Ergebnisse der Behandlung offener und geschlossener Brustkorbverletzungen

Ulf Schoen

1967

Dissertationsdruck F. Frank, 8 München 13 Zieblandstr. 39 Tel. 597 397

Aus dem Berufsgenossenschaftlichen
Unfallkrankenhaus Murnau/Obb.
Chefarzt: Prof. Dr. med. A. Lob

ERGEBNISSE DER BEHANDLUNG OFFENER UND GESCHLOSSENER BRUSTKORBVERLETZUNGEN

Zugleich ein Beitrag zur Frage der Ursachen, der Rolle der Nebenverletzungen und der Behandlungsmethoden

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Ulf Schoen
aus Wien

1967

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Referent:	Prof. Dr. A. Lob
Korreferent:	Prof. Dr. Dr. h. c. R. Zenker
Dekan:	Prof. Dr. M. Kiese

Tag der mündlichen Prüfung: 7. 3. 1967

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN

ÜBERSICHT

	Seite
I. Einleitung	1
II. Anatomische, physiologische und pathophysiologische Vorbemerkungen	1
III. Die stumpfen oder subkutanen Verletzungen des Brustkorbs	5
1. Ursachen der Verletzungen und Gewalteinwirkung	5
2. Die Folgen der Gewalteinwirkung	9
Commotio - Contusio - Compressio thoracis	
Die Verletzungen des Thoraxskelettes	
3. Die Verletzungen der Thoraxorgane	12
Haematothorax, Pneumothorax, Haut- und Mediastinalemphysem, Lungenverletzungen, posttraumatische Lungenatelektasen und Lungenoedem, Kontusionspneumonie	12
Die Verletzungen des Herzens	18
Verletzungen des Perikards, des Zwerchfells, der Trachea und der Bronchien	20
Verletzungen der Thoraxgefäße	22
4. Die Rolle der Nebenverletzungen	22
5. Diagnose und Therapie der stumpfen Brustkorbverletzungen	26
IV. Die scharfen oder perkutanen Verletzungen des Brustkorbs	32
V. Behandlungsergebnisse und Spätfolgen der offenen und geschlossenen Brustkorbverletzungen	35
VI. Statistische Untersuchungen am Krankengut des Unfallkrankenhauses Murnau	39
Verletzte mit stumpfen Brustkorbverletzungen	40
Verletzte mit perkutanen Brustkorbverletzungen	57
VII. Zusammenfassung	64
VIII. Benutztes Schrifttum	68

I. Einleitung

Aus zahlreichen Veröffentlichungen der letzten Jahre geht deutlich hervor, daß Verletzungen des Brustkorbs gegenüber früher häufiger beobachtet werden. Das gilt in erster Linie für die schweren stumpfen Brustkorbverletzungen, während offene Thoraxverletzungen in Friedenszeiten nach wie vor zahlenmäßig von geringerer Bedeutung sind.

Des weiteren geht aus dem Schrifttum hervor, daß nicht nur die absolute Zahl der Brustkorbverletzungen, sondern auch ihre prozentuale Beteiligung an der Gesamtzahl der Unfälle zugenommen haben. Dies wird vor allem durch die Zunahme der Straßenverkehrsunfälle erklärt.

Die häufigsten Unfallmechanismen sind der Straßenverkehrsunfall und der Sturz. Beide sind geeignet, nicht nur den Brustkorb in Mitleidenschaft zu ziehen, sondern verletzen ziemlich regelmäßig gerade auch andere Körperteile mit. So ist es nicht erstaunlich, daß nur in einem relativ kleinen Prozentsatz isolierte Brustkorbverletzungen vorliegen.

In der Zeit von 1953 bis Mitte 1966 wurden 644 Brustkorbverletzte im Unfallkrankenhaus Murnau stationär aufgenommen. Davon kamen 167 (= 25,9 %) als Frischverletzte. 477 (= 74,1 %) Patienten wurden zur Weiterbehandlung ins Unfallkrankenhaus Murnau eingewiesen. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle handelte es sich um berufsgenossenschaftlich versicherte Verletzte, für die also ein gesetzlicher Unfallversicherungsträger mit Leistungen einzutreten hatte.

In der vorliegenden Arbeit soll vor allem auf die Ursachen der Verletzungen, auf die Rolle der Nebenverletzungen, auf die Behandlungsmethoden und auf das Behandlungsergebnis eingegangen werden.

II. Anatomische, physiologische und pathophysiologische Vorbemerkungen

Anatomische Vorbemerkungen

Der knöcherne Brustkorb wird durch die 12 Rippenpaare, das Brustbein und durch die Körper der Brustwirbel gebildet. Vervollständigt wird er durch die knorpelige Verbindung der Rippen 1 - 10 mit dem Brustbein, durch die festen Gelenksverbindungen der Rippen mit den Brustwirbeln und durch die die Spatia intercostalia ausfüllende Zwischenrippenmuskulatur.
Die obere und untere Grenze des Thorax ist durch zwei Öffnungen gegeben,

die Aperturae thoracis superior et inferior. Mit diesen Grenzen fallen jedoch die Grenzen des Brustraums nicht zusammen, da die Pleurakuppeln die obere Thoraxapertur überragen. Der obere Abschluß des Brustraums erfolgt durch die über den Pleurakuppeln gelagerten Mm. scaleni, die Vasa subclavia, Plexus brachiales und durch die Halseingeweide.
Die untere Grenze des Brustraums und gleichzeitig die Scheidewand zum Bauchraum bildet das Zwerchfell, das an der unteren Thoraxapertur ansetzt und sich kuppelförmig nach oben in den Brustraum vorwölbt. Dadurch umschließen die unteren Anteile der Thoraxwand zum Teil die obere Bauchhöhle mit ihren Organen.

Den Hauptteil des Brustraums nehmen die beiden Lungen mit ihren voneinander getrennten Pleurahöhlen ein. Zwischen ihnen liegt das Mediastinum, welches das Herz mit seinem Herzbeutel, die großen Blutgefäße, den Oesophagus, die Trachea mit den Stammbronchien, den Ductus thoracicus und Nerven des vegetativen Systems enthält. Beim Kind liegt im Mediastinum noch der Thymus, der das Herz und die großen Gefäße in wechselnder Ausdehnung bedeckt. Beim Erwachsenen dagegen sind nur noch in Fettgewebe eingebettete Reste des Drüsengewebes vorhanden.

Außerdem kann im Mediastinum noch Schilddrüsengewebe vorkommen, das entweder von versprengten Schilddrüsenkeimen stammt, oder es handelt sich um atypisch gelegene Drüsenlappen, die zur Entstehung einer Struma retrosternalis führen können.

Physiologische und pathophysiologische Vorbemerkungen

Neben dem Schutz der intrathorakalen Organe dienen die Thoraxwand und das Zwerchfell vor allem der Atmung, deren Aufgabe es ist, den in den Geweben aufgenommenen Sauerstoff zu ersetzen und die durch die Stoffwechselvorgänge anfallende Kohlensäure abzugeben.
Damit das Blut mit der Luft in Stoffaustausch treten kann, muß Außenluft in die intrapulmonalen Räume gelangen. Dies kann nur durch das Auftreten eines Druckgefälles zwischen den Alveolarräumen einerseits und der Außenluft andererseits erreicht werden. Da der atmosphärische Außendruck konstant ist, bleibt nur noch die Ausbildung eines niedrigeren Druckes in den Alveolen als Voraussetzung zum Gasaustausch. Dieser erforderliche Unterdruck - hervorgerufen durch die Erweiterung der intrapulmonalen Hohlräume - wird durch eine Erweiterung des Brustraums erreicht, da die Lunge - von der Thoraxwand und dem Zwerchfell nur von dem zwischen den Pleurablättern liegenden nicht dehnbaren kapillaren Flüssigkeitsspalt getrennt - den Bewegungen der Brustwand und des Zwerchfells passiv folgt.

Die Brustraumerweiterung wird in erster Linie durch die Kontraktion des Zwerchfells und der äußeren Zwischenrippenmuskulatur erreicht. Bei besonderem Bedarf können noch Atemhilfsmuskeln mitwirken. Bei Kontraktion des Zwerchfells werden dessen Kuppeln abgeflacht und nach unten bewegt. Dadurch wird die Lunge mit ihren unteren Rändern in die Komplementärräume (sinus pleurae phrenicocostales) hineingezogen. Verwachsungen der beiden Pleurablätter können diesen Vorgang unmöglich machen.
Anders gelingt die Brustraumerweiterung durch Kontraktion der äußeren Zwischenrippenmuskulatur, durch die es zu einer Hebung der Rippen und des Brustbeins kommt. Dadurch wird der Thorax im sagittalen Durchmesser erweitert (REIN). Die dabei zu leistende Atemarbeit hat die Eigenelastizität des Lungengewebes, die Strömungswiderstände in den Luftwegen und die Reibungs- und Deformationswiderstände von Lungen und Thorax zu überwinden (HAUCH).

Die Verkleinerung des Brustraums und damit die Ausatmung erfolgt zum größten Teil passiv infolge des Nachlassens des Tonus der Einatmungsmuskulatur sowie der Neigung der Lunge sich mittels ihrer Eigenelastizität "zusammenzuziehen" und schließlich als Folge der Wirkung der Schwerkraft. Forciert wird die Ausatmung mit Hilfe der inneren Zwischenrippenmuskulatur und der Bauchmuskulatur.

Von besonderer Bedeutung für die Atemmechanik ist also die Intaktheit des zwischen Lunge und Brustwand liegenden Pleuraspaltes. Ausgedehnte Verwachsungen der Lunge mit der Brustwand verhindern die Verschieblichkeit der Lungen bei der Einatmung. Verletzungen der Pleura lassen häufig Luft in den Pleuraspalt eindringen, wodurch sich die Lunge von der Brustwand abhebt und sich, je nach der Menge der eingedrungenen Luft, mehr oder weniger zusammenzieht. In diesem Fall kann die Lunge den Exkursionen des Brustkorbs nicht mehr vollständig folgen.

Der Gasaustausch findet zwischen Alveolen und Lungenkapillaren statt. Diesem Austauschort sind Trachea, Bronchien und Bronchiolen vorgeschaltet, die zwar nicht am Gasaustausch beteiligt sind, jedoch wichtige Funktionen wie Befeuchtung, Erwärmung und Reinigung der Atemluft erfüllen.

Das nach maximaler Inspiration in den Lungen befindliche Gasvolumen wird als Totalkapazität bezeichnet. Das Volumen, das nach maximaler Inspiration ausgeatmet werden kann, ist die Vitalkapazität. Die nach maximaler Ausatmung in der Lunge verbleibende Restluft ist das Residualvolumen. Die physiologische Bedeutung des Residualvolumens liegt in dem ständigen Vorhandensein einer größeren, in ihrer Zusammensetzung relativ konstanten Gasmenge in der Lunge, so daß abrupte Änderungen alveolärer und arterieller Gasspannung verhindert werden (HAUCH).

Die Atemgase passieren die Alveolar- bzw. Kapillarmembranen nach den physikalischen Diffusionsgesetzen (KROGH, BARCROFT u. a. zit. nach HAUCH). Neben den Partialdrucken der Atemgase sind außerdem die Größe der Alveolar- und Kapillaroberfläche, die Zeit des Kontaktes zwischen Blut und Alveolargasen und der Zustand der alveokapillären "Membran" für die Diffusion von Bedeutung (HAUCH).

Eine ungenügende Sauerstoffsättigung des Blutes ist die Folge von Störungen der Ventilation. Da die Ventilation von verschiedenen Faktoren bestimmt wird - es sind im wesentlichen die Leistung der Atemmuskulatur, die Elastizität von Lunge und Thorax und die Strömungswiderstände in den Luftwegen -, ziehen alle funktionellen oder anatomischen Zustände, die eine pathologische Veränderung dieser Faktoren zur Folge haben, eine ventilatorische Insuffizienz mit einer pulmonal bedingten Sauerstoffuntersättigung des arteriellen Blutes nach sich (HAUCH).

Werden nur Teilgebiete der Lungen hypoventiliert, so erniedrigt sich zwar die Sauerstoffsättigung des arteriellen Blutes, die Kohlensäurespannung bleibt jedoch aufgrund kompensatorischer Hyperventilation der übrigen Alveolargebiete normal. Das unterschiedliche Verhalten von Sauerstoffsättigung und Kohlensäurespannung ist durch die Verschiedenheit der O_2- bzw. CO_2-Dissoziationskurve zu erklären: Einer gegebenen O_2-Spannungsdifferenz bei niedrigen O_2-Spannungswerten entspricht eine größere O_2-Sättigungsdifferenz als bei höheren O_2-Spannungswerten. Die Hypoventilation einer Anzahl von Alveolen bewirkt also einen stärkeren Abfall der Sauerstoffsättigung des Blutes, als die Hyperventilation einer gleichen Anzahl von Alveolen eine Steigerung der Sauerstoffsättigung erzielen kann. Dagegen verläuft in den infrage kommenden Druckbereichen die CO_2-Dissoziationskurve linear, d.h. in den hyperventilierten Bezirken wird der CO_2-Druck in dem Ausmaß verringert, wie er in den hypoventilierten Bezirken erhöht wird (HAUCH).

Als Ursachen dieser partiellen Hypoventilation kommen Pleuraergüsse, Pneumothorax, Verminderung der Atembeweglichkeit von Brustkorb und Lungen, Bronchusstenosen, Atelektasen, vermehrte Bronchialsekretion und entzündliche Veränderungen des Lungenparenchym in Betracht.
Kann die Hypoventilation von Alveolarbezirken durch die Hyperventilation anderer nicht ausgeglichen werden, so kommt es neben der Verminderung der Sauerstoffsättigung zu einer Erhöhung der Kohlensäurespannung des arteriellen Blutes, es entsteht die respiratorische Acidose (Globalinsuffizienz nach ROSSIER).

Neben den Störungen der Ventilation können kreislaufbedingte Veränderungen des Ventilations-Durchblutungsverhältnisses eine Verminderung der Sauerstoff-

sättigung des Blutes verursachen, wenn Lungenteile durchblutet werden, die nicht an der Ventilation teilnehmen. Solche intrapulmonalen Kurzschlüsse treten z.B. bei Atelektasen und Pneumonien auf.

III. Die stumpfen oder subkutanen Verletzungen des Brustkorbs

1. Ursachen der Verletzungen und Gewalteinwirkung

Die auf die Brustwand auftreffenden Gewalten sind in erster Linie Schlag und Stoß und die Kompression des Brustkorbs. Außer der Größe der Angriffsfläche ist die Intensität der Gewalteinwirkung von entscheidender Bedeutung. Der Schlag und Stoß wirkt an mehr oder weniger umschriebener Stelle der Brustwand ein; bei der Kompression des Brustkorbs, z.B. beim Überfahrenwerden, bei Einquetschungen und Verschüttungen, wirkt die Gewalt von zwei oder mehr Seiten ein. Der Sturz aus größeren Höhen und der Verkehrsunfall unter der Nachwirkung hoher Geschwindigkeiten nehmen in gewisser Hinsicht eine Sonderstellung ein. Auch hier erfolgt zuerst die direkte mehr oder weniger, aber nicht stets flächenhafte Schlagwirkung. Durch den plötzlichen An- bzw. Aufprall wird die kinetische Energie des Körpers abrupt auf Null reduziert. Da die intrathorakalen Organe nicht starr mit dem Brustkorb verbunden sind, erfahren sie infolge ihrer Trägheit den plötzlichen Verlust ihrer kinetischen Energie später. Dabei können auf die Gewebe so starke Kräfte wirken, daß es zur Zerreißung von Lungenparenchym, Herzmuskel und Gefäßen kommt.

Auch die Zeitdauer der Gewalteinwirkung ist von großer Bedeutung, speziell bei Einquetschungen und Verschüttungen, auf deren Pathophysiologie weiter unten näher eingegangen wird.

Nach den Angaben von ZENKER, BUCHNER, AHRER und KAULBACH wurde in der Zeit zwischen 1954 und 1957 eine Zunahme der stumpfen Thoraxverletzungen gegenüber der Vorkriegszeit bzw. den Jahren unmittelbar nach Kriegsende festgestellt. Diese Zunahme der Brustkorbverletzungen fällt zeitlich mit der zunehmenden Motorisierung zusammen. Die erhöhte Verkehrsdichte, die Zunahme der Geschwindigkeit der Kraftfahrzeuge und die mit diesen Veränderungen nicht immer schritthaltende Ausbauung der Verkehrswege, nicht zuletzt auch die Unfähigkeit der Verkehrsteilnehmer, sich rechtzeitig auf die neue Situation umzustellen, waren ursächliche Faktoren dieser Entwicklung. Aber nicht nur im Straßenverkehr, sondern auch in Industrie und Gewerbe haben der schnelle technische Fortschritt und die zunehmende Mechanisierung, die einer Entwicklung der notwendigen Schutzmaßnahmen oft vorauseilen, neue Gefahrenquellen geschaffen.

Nicht nur die absolute Zahl im Rahmen der allgemein zunehmenden Unfälle, sondern auch die relative Beteiligung des Brustkorbs hat zugenommen. Während in der Zeit von 1947 bis 1951 an der Chir. Universitätsklinik Heidelberg durchschnittlich 92,2 % Thoraxverletzte im Jahr aufgenommen wurden, waren es in d der Zeit von 1954 bis 1956 124 Verletzte (KAULBACH). Im Jahre 1954 hatten 8 % aller verunglückten Patienten Brustkorbverletzungen, während es 1938 nur 4 % waren (ZENKER). Ähnliches zeigt auch eine Statistik von BUCHNER: Bei einem Vergleich der Jahre 1948 und 1957 hatte die Zahl aller behandelten Unfallverletzten um 110 % zugenommen, die Frequenz der Thoraxverletzten war aber in der gleichen Zeit um 300 % angestiegen.

Der Brustkorb ist bei ca. 8 % aller Unfallverletzten beteiligt. BUCHNER gibt 8,1 % an, nach Untersuchungen von GÖGLER hatten von 11 050 Verletzten 7,7 % Verletzungen am Brustkorb.

In fast allen Statistiken steht der Verkehrsunfall an der Spitze der Ursachen der Thoraxverletzungen, in vielen Statistiken (AHRER, BUCHNER, GRILL, GÖGLER u. a.) sind über die Hälfte der Verletzten im Straßenverkehr verunglückt. Die Angaben über die Häufigkeit der Arbeitsunfälle (eine Unterteilung in Arbeits- und Wegeunfälle konnte aus den Arbeiten nicht entnommen werden) sind bei den einzelnen Untersuchern unterschiedlicher, sie schwanken zwischen 18,9 % (GRILL) und 49 % (ZENKER). Dies liegt an den örtlich verschiedenen Gegebenheiten der einzelnen Kliniken, wie ihre geografische Lage, ihr Einzugsgebiet, die Verkehrsverhältnisse und die ländliche oder industrielle Umgebung.

Aufgrund der Statistiken von AHRER (1954) und HOFERICHTER (1961) kann man annehmen, daß die schweren Thoraxverletzungen in der Mehrzahl durch Verkehrsunfälle verursacht werden: Von 150 schweren Thoraxtraumen waren 100 (66,7 %) durch Verkehrsunfälle verursacht, der Rest durch Sturz aus erheblicher Höhe (HOFERICHTER). AHRER stellt eine größere Zahl von obduzierten Thoraxverletzten einer ähnlich großen Zahl von klinischen Patienten mit Brustkorbverletzungen gegenüber. Von den obduzierten Thoraxverletzten erlitten 58,04 % ihre Verletzungen im Straßenverkehr, von den klinischen Patienten nur 47,32 %. Da angenommen werden muß, daß die verstorbenen Verletzten im Durchschnitt schwerere Verletzungen als die klinischen Patienten erlitten hatten, kann daraus geschlossen werden, daß die schweren Brustkorbverletzungen häufiger durch Straßenverkehrsunfälle verursacht werden.

Die häuslichen Unfälle spielen nach den einzelnen Untersuchern eine unterschiedliche Rolle. Einen besonders hohen Anteil haben sie bei KAULBACH in der Gruppe der über 70-jährigen (ca. 61 %), was durchaus verständlich ist, da sie als Arbeits- und Verkehrsteilnehmer zahlenmäßig von geringerer Bedeutung

	Verkehr	Arbeit	Haus und sonstige Unfälle	Tätlichkeit	Sport
AHRER					
Klinik	47,32 %	20,26 %	15,75 %	1,76 %	3,45 %
Obduktion	58,04 %	11,60 %	4,47 %	-	-
BUCHNER	ca. 75,00 %	-	-	-	-
DICK	36,40 %	35,5 %	14,2 %	2,6 %	1,3 %
GRILL	54,8 %	18,9 %	11,5 %	14,8 %	-
GÖGLER	56,5 %	-	-	-	-
HOFERICHTER	66,7 %	-	-	-	-
KAULBACH					
bis 70-jährige	55,89 %	12,08 %	28,09 %	2,11 %	1,51 %
über 70-jährige	31,7 %	4,87 %	60,97 %	2,43 %	-
KÜMMERLE	58,0 %	34,0 %	-	-	-
SOLHEIM	61,0 %	-	-	-	-
ZENKER					
Frankfurt	45,0 %	32,5 %	20,0 %	2,5 %	-
Gießen	48,5 %	33,0 %	13,5 %	5,0 %	-
Marburg	47,0 %	49,0 %	4,0 %	-	-

Tab. 1: Die prozentuale Verteilung der Ursachen der Thoraxverletzungen nach dem Schrifttum

sind. Schwere Thoraxverletzungen sind nach häuslichen Unfällen seltener. Von den obduzierten Thoraxverletzten, bei denen wiederum eine schwerere Verletzung als bei den klinischen Patienten angenommen werden muß, zogen sich nur 4,47 % ihre Verletzungen am Brustkorb bei häuslichen Unfällen zu, während von den klinischen Patienten immerhin 15,75 % im Haus verunglückten.

Stumpfe Thoraxverletzungen infolge Tätlichkeiten und Sportunfällen spielen in der Klinik zahlenmäßig eine geringe Rolle, wenn auch z.B. beim Ringkampf und Boxen die Brustkorbverletzung als für diese Sportarten typische Verletzung bezeichnet werden muß (BREITNER).

Neben dem Zusammenstoß im Straßenverkehr spielt der Sturz als Gewalteinwir-

kung eine dominierende Rolle. Weitere typische Gewalteinwirkungen stellen das Verschüttetwerden durch Sand- und Erdmassen oder einstürzendes Mauerwerk, Quetschungen bei sog. Rangierunfällen und Einklemmungen zwischen Bordwand eines Fahrzeuges und einer Mauer bei Verladearbeiten dar. Des weiteren sind Verletzungen durch herabfallende Gegenstände häufig. In ländlichen Gegenden werden öfters Verletzungen durch direkten Hufschlag oder Hornstoß von Tieren beobachtet.

Nach der Statistik von AHRER ist der Sturz in 44,02 % der klinischen Fälle und in 17,03 % der obduzierten Fälle Ursache der Thoraxverletzung.

	Klinik	Obduktion
Sturz bis 4 m	3,24 %	-
Treppensturz	7,56 %	-
Sturz über 4 m	8,16 %	15,13 %
Ausrutschen	12,02 %	-
Sturz bis 2 m	13,10 %	1,90 %

Tab. 2: Häufigkeit von Thoraxverletzungen nach Stürzen (nach AHRER)

Es zeigt sich, daß der Sturz zu ebener Erde und aus geringerer Höhe (bis 4 m) zwar fast 36 % der klinischen Thoraxverletzungen verursachte, bei den Patienten, die die Unfallfolgen nicht überlebten, aber nur in 1,90 % vertreten war. Die aus einer beträchtlichen Höhe (über 4 m) Abgestürzten machten demgegenüber bei den klinischen Fällen 8,16 %, im Obduktionsmaterial immerhin schon 15,13 % aus. Von den 150 Verletzten HOFERICHTERs mit erheblichem Thoraxtrauma waren 27,4 % aus größerer Höhe abgestürzt, Stürze aus geringer Höhe waren dabei nicht vertreten.

Die häufigste Verletzungsursache im Straßenverkehr ist der Zusammenstoß. Nach HOFERICHTER war in 47,3 % ein Zusammenstoß für ein schweres Thoraxtrauma verantwortlich. Bei AHRER waren bei 22,03 % der klinischen und bei 31,25 % der obduzierten Thoraxverletzten Straßenverkehrszusammenstöße Ursache der Verletzungen.

Eine wichtige Rolle, vor allem schwerer Thoraxverletzungen, spielt das Ange- oder Überfahrenwerden. Bei AHRER sind es im klinischen Material zwar nur etwas mehr als 10 %, bei den Verstorbenen aber schon fast 32 %, also fast 1/3 al-

ler tödlichen Unfälle mit Brustkorbverletzungen. HOFERICHTER fand in 17,3 % der Fälle mit erheblichem Thoraxtrauma das Ange- oder Überfahrenwerden von Fußgängern als Verletzungsursache.

Mit einem hohen Prozentsatz von Brustkorbverletzungen sind die Zweiradfahrer (Motorrad, Moped, Fahrrad) bei Unfällen beteiligt. Nach der Statistik von GÖGLER sind es 23,3 % der Gesamtzahl aller Brustkorbverletzten. Bei den Brustkorbverletzten im Straßenverkehr sogar 41,2 %.

Pkw-Insassen	142	=	29,6 %
Kradfahrer	107	=	22,3 %
Fußgänger	93	=	19,4 %
Fahrradfahrer	67	=	13,9 %
Mopedfahrer	24	=	5,0 %
Lkw-Insassen	21	=	4,4 %
sonstige	26	=	5,4 %
gesamt:	480	=	100,0 %

Tab. 3: Prozentuale Beteiligung der einzelnen Verkehrsteilnehmer an der Gesamtzahl der Brustkorbverletzten (nach GÖGLER)

2. Die Folgen der Gewalteinwirkung

Drei Zustandsbilder werden nach stumpfen Brustkorbverletzungen beobachtet: Die Commotio, die Contusio und die Compressio thoracis.

Commotio thoracis: Pathologisch - anatomisch hat die stumpfe Gewalteinwirkung keine Veränderungen an Brustwand oder Brustorganen hinterlassen; es kann aber ein leichter, mittlerer oder schwerer Schockzustand bestehen, der durch die "Reizung" der vegetativen Nerven des Mediastinum mit nachfolgender Fehlsteuerung des Kreislaufes ausgelöst wurde. Hinter diesem Zustand kann sich noch eine Commotio cordis verbergen, oder sie ist selbst Ursache des Schockes.

Contusio thoracis: Die stumpfe Gewalt hat sichtbare pathologisch-anatomische Veränderungen an Thoraxwand oder intrathorakalen Organen oder an beiden hinterlassen. An der Brustwand sind es Prellungen, Gewebszerreißungen mit Haematomen, Rippen- oder Brustbeinfrakturen. Im Brustkorbinneren können al-

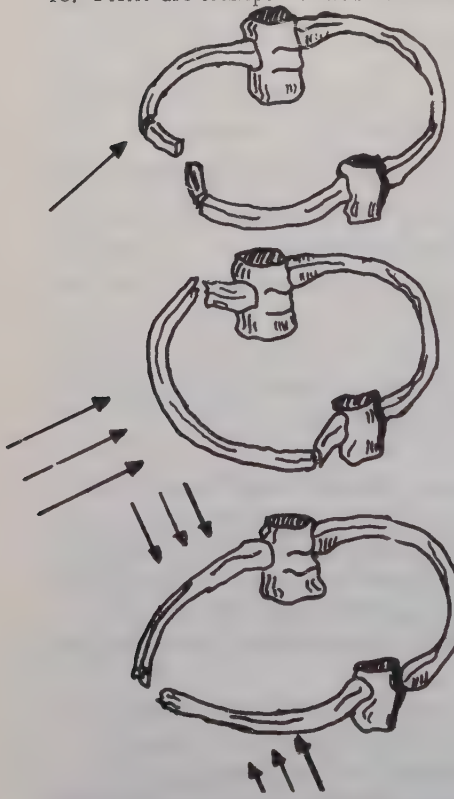
le Organe in Mitleidenschaft gezogen worden sein.

Compressio thoracis: Dieses Zustandsbild, von PERTHES (1900) als "Druckstauung" bezeichnet, wird durch allseitige intensive Kompression des Brustkorbs hervorgerufen. Das Blut aus dem rechten Vorhof und aus den großen Venen des Mediastinum wird retrograd in die Hals- und Kopfvenen gepreßt. Es resultieren Cyanose, Stauungsoedeme und Ekchymosen der Haut des Kopf-, Hals- und Schulterbereiches, der Augenbindehaut, der Mundschleimhaut und der Trommelfelle. Intrakranielle feinste Hirnblutungen können zu Bewußtseinsstörungen führen (HOLLE).

Die Verletzungen des Thoraxskelettes

Rippenfrakturen

Von den Frakturen des Thoraxskelettes stehen die Rippenfrakturen an erster Stelle. Trifft die stumpfe Gewalt die Brustwand kleinflächig, so kommt es zu di-



Direkte Fraktur

Die stumpfe Gewalt greift relativ kleinflächig an.

Indirekte Fraktur

Die stumpfe Gewalt trifft den Brustkorb großflächig.

Indirekte Fraktur

Die stumpfe Gewalt greift von zwei Seiten an = Kompression.

Abb. 1: Die Entstehung der Rippenbrüche (nach SILETSKY).

rekter Fraktur einer oder zweier Rippen am Ort der Gewalteinwirkung. Bei großflächig auftreffender Gewalt kommt es zur indirekten Fraktur, bei der Kompression des Brustkorbs brechen die Rippen am Ort der stärksten Biegung, so bei sagittaler Kompression in der Axillarlinie.

Sind 3 und mehr Rippen hintereinander gebrochen, spricht man von Serienfrakturen.

Zu paradoxen Atembewegungen der Brustwand kommt es, wenn Stückbrüche mehrerer Rippen oder ausgedehnte Rippenserienfrakturen vorliegen. Dies kann die Lungenventilation erheblich einschränken.

Neben der Intensität der Gewalteinwirkung ist die Beschaffenheit des knöchernen Brustkorbs bei der Entstehung von Rippenfrakturen von großer Bedeutung. Beim alten Menschen büßt der Thorax infolge von Umbauvorgängen an den Rippenknochen und durch Verkalkung der Rippenknorpel viel von seiner Elastizität ein. DICK fand bei einer großen Zahl von Erwachsenen mit Brustkorbverletzungen (1018) in 53,7 % Rippenfrakturen, bei Kindern mit Brustkorbverletzungen (61) nur in 21,3 % der Fälle. TISCHNER konnte bei 75 Kindern, die z.T. aus einer beträchtlichen Höhe herunterstürzten, keinen Rippenbruch nachweisen.

Am häufigsten sind Frakturen der 1. - 10. Rippen. Die sog. freien Rippen (Rippen 11 und 12) sind nicht fest am Brustkorb fixiert und können daher der Gewalteinwirkung besser ausweichen. Direkte Frakturen der ersten beiden Rippen sind seltener, da sie durch die Knochen des Schultergürtels relativ geschützt sind. Jedoch können sie bei einer Thoraxkompression wie die übrigen Rippen brechen (HUBER; AHRER). Häufiger sind sie mit Frakturen des Schlüsselbeins, des Schulterblattes und mit Plexuslaesionen kombiniert.

Luxationen im Costo-vertebralgelenk sind äußerst selten, da die Gelenksbänderverbindungen sehr fest sind und es daher leichter zu Frakturen der Rippen kommt (JENDRYSCHIK). JENDRYSCHIK beschreibt einen Fall, bei dem es nach einem schweren Autounfall zu einer Rippenserienluxation III - VIII und zu einer Rippenluxationsfraktur der II. Rippe gekommen war. Gleichzeitig lag eine Luxationsfraktur des III. BWK vor. KNÜLL berichtet über einen Fall mit Luxation der I. und II. Rippe und Fraktur des Köpfchens der III. Rippe. Auch hier bestand gleichzeitig eine Wirbelsäulenverletzung.

Sternumfrakturen

Sternumfrakturen entstehen durch direkten Schlag oder Stoß gegen das Brustbein. Seltener sind indirekte Frakturen, etwa durch Sturz aus großer Höhe mit Abknik-

kung des Oberkörpers nach vorne, wobei das aufschlagende Kinn ein zusätzliches Trauma bewirken kann.
Die bevorzugte Lokalisation liegt im oberen Drittel des Brustbeinkörpers. SKOBLIN u. KOSTRIKOV berichten von 69 Fällen; lediglich bei 3 Verletzten lag die Bruchlinie im mittleren oder unteren Drittel (zit. nach EBERHARDT). Nach Untersuchungen von KAULBACH und KREBS war der Brustbeinhandgriff in ungefähr 1/4 der Fälle gebrochen. Frakturen des Schwertfortsatzes sind ausgesprochen selten.

Wegen der großen Elastizität der Rippenknorpel, zwischen denen das Brustbein gleichsam aufgehängt ist, werden Brustbeinfrakturen kaum vor dem 20. Lebensjahr beobachtet (GRILL; KÖTELES u. a.). Während früher Brustbeinfrakturen seltener waren, ist heute, infolge der Verkehrsunfälle, eine deutliche Zunahme festzustellen. Man spricht von typischen "Steuerradverletzungen". Neben einfachen Querfrakturen sieht man Stückfrakturen des Brustbeins oder es kommt neben der Sternumfraktur zu beidseitigen parasternalen Rippenserienfrakturen mit einer kompletten Aussprengung des Brustbeins. Das bewirkt wiederum eine Instabilität der Brustwand mit Einschränkung der Lungenventilation und Irritation des Mediastinum mit seinen Organen.

3. Die Verletzungen der Thoraxorgane

Die Verletzungen der Thoraxorgane äußern sich am häufigsten in einem Haemathorax, Pneumothorax und in einem Haut- oder Mediastinalemphysem. Zwei unmittelbare Folgen haben diese Komplikationen des stumpfen Brustkorbtraumas oft gemeinsam:

1. Eine Einschränkung der Lungenventilation durch die Verringerung des Lungenvolumens, was wiederum eine Minderdurchblutung der komprimierten Lungenabschnitte und damit eine Herzrechtsüberlastung zur Folge haben kann.

2. Die mechanische Verdrängung und Kompression des Mediastinum kann eine erhebliche oder sogar tödliche Funktionsstörung der lebenswichtigen Organe bewirken.

Haematothorax

Die Blutung in die Brusthöhle entsteht durch Verletzung des Lungenparenchym, des Herzens oder der großen Gefäße oder durch Verletzung der Gefäße der Brustwand. In seltenen Fällen stammt das Blut aus der Bauchhöhle, so z. B. bei Verletzungen im Bauchraum und gleichzeitiger Zwerchfellruptur (Zweihöhlenverletzung).

Die wichtigsten Blutungsquellen sind die Gefäße des Lungenparenchym (ZENKER). Ihre Verletzung entsteht durch Gewebszerreißung oder durch Anspießung der Lungen durch Rippenfragmente. Zerreißungen von Intercostalarterien oder einer A. mammaria int. nach Rippenserienfrakturen führen seltener zum Haematothorax. In diesen Fällen kommt es meistens, bei Verletzungen der A. mammaria int. oft zu lebensgefährlichen Blutungen in die Brustwand, da die Pleura parietalis oft nicht mitverletzt ist. Blutungen nach Ruptur der Aorta, der großen Lungengefäße und des Herzens werden selten beobachtet und verlaufen nahezu immer tödlich (ZENKER).
An 119 mit einem Haematothorax einhergehenden Thoraxverletzungen konnten GÜTGEMANN und RICHTER zeigen, daß 89 mit operativ oder autoptisch gesicherten Organverletzungen verbunden waren. Bei diesen 89 Fällen waren in ca. 57 % die Lungen beteiligt. Die Häufigkeit des Auftretens eines Haematothorax liegt nach dem Schrifttum bei etwa 30 %. AHRER stellte ihn bei 30,0 % von 462 Thoraxverletzten fest, HOFERICHTER fand einen Haematothorax in 27 % der Fälle. Bei den Todesfällen nach Brustkorbverletzungen ist die Häufigkeit des Haematothorax noch wesentlich höher: AHRER wies bei der Obduktion von 317 Thoraxverletzten in 51,3 % einen Haematothorax nach, VILLIGER fand bei 19 von 20 verstorbenen Thoraxverletzten einen Haematothorax.

Neben der Einschränkung der Lungenventilation und der Verdrängung des Mediastinum besteht in manchen Fällen, vor allem bei Verletzung größerer Gefäße, die Gefahr einer lebensbedrohlichen Blutung, können doch die Pleurahöhlen mehrere Liter Blut aufnehmen.

Pneumothorax

Entstehen durch eine stumpfe Verletzung Einrisse an Lunge, Bronchien, Trachea oder am Oesophagus, so kann Luft in den Pleuraspalt eindringen und die Lunge von der Brustwandinnenfläche abheben. Verschließt sich der Einriß sofort wieder, so entsteht ein geschlossener Pneumothorax, kommunizieren Pleurahöhle und Respirationstrakt weiterhin, so spricht man von einem inneren offenen Pneumothorax. Öffnet sich die Wunde des Respirationstraktes nur bei der Einatmung und läßt dabei Luft in die Pleurahöhle eintreten, um sich dann bei der Ausatmung zu verschließen, kommt es zu einem Ventilmechanismus, der innerhalb kurzer Zeit zum bedrohlichen Bild des Spannungspneumothorax führen kann.

Geschlossener Pneumothorax: Hat sich die Wunde des Respirationstraktes geschlossen, bleibt die eingedrungene Luftmenge konstant. Je nachdem wieviel Luft sich in der Pleurahöhle befindet, sind die Atemexkursionen der betroffenen Lunge eingeschränkt, sie wird jedoch nicht völlig aus der Atemfunktion ausgeschaltet (HOLLE).

Innerer offener Pneumothorax: Bleibt die Wunde des Respirationstraktes offen, kollabiert die Lunge, da nun in der Pleurahöhle atmosphärischer Druck herrscht. Durch die Atmung wird die Pneumothoraxlunge nicht mehr ausgedehnt, sie bewegt sich nur hin und her (SPATH und EDER zit. nach GRILL). Der bei der Einatmung auf der gesunden Seite entstehende Unterdruck zieht die kollabierte Lunge und das Mediastinum zur gesunden Seite; bei der Ausatmung drückt der Überdruck der gesunden Seite Mediastinum und kollabierte Lunge zur verletzten Seite. Es entsteht das sog. Mediastinalflattern. Zusätzlich strömt Ausatmungsluft in die Pneumothoraxlunge. Bei der Inspiration saugt die gesunde Lunge diese verbrauchte Luft wieder an. Die Folge ist eine ungenügende Sauerstoffsättigung des Blutes. Diese beim breit offenen äußeren Pneumothorax bedrohlichen Komplikationen sind beim inneren offenen Pneumothorax meist nicht so deutlich ausgeprägt, da die Verbindung zwischen Außenwelt und Pleurahöhle nie sehr groß ist (HOLLE, GRILL, AHRER).

Spannungspneumothorax: Dem Spannungspneumothorax liegt ein Ventilmechanismus zugrunde. Bei der Inspiration dringt Luft in die Pleurahöhle ein; bei der Exspiration kann sie nicht mehr entweichen. Seltener ist ein exspiratorischer Spannungspneumothorax, bei dem infolge von Preßatmung in der Exspirationsphase Luft in die Pleurahöhle gepreßt wird. Da mit jedem Atemzug erneut Luft in die Pleurahöhle gelangt, kann es innerhalb kurzer Zeit zu einem erheblichen Druckanstieg kommen. Das Mediastinum wird zur gesunden Seite hin verdrängt; die gesunde Lunge wird in ihrer Ausdehnungsfähigkeit eingeschränkt. Das Herz und die zum Herz führenden großen Venen werden komprimiert.
Mit Spannungspneumothorax ist häufig ein Mediastinalemphysem vergesellschaftet (NISSEN zit. nach AHRER), ein Hautemphysem findet sich fast immer (AHRER).

Der traumatische Pneumothorax ist fast stets die Folge einer oberflächlichen Parenchymverletzung der Lungen durch spitze Rippenfragmente (HOFERICHTER). Jedoch auch bei Thoraxkontusionen ohne Rippenfrakturen wird er beobachtet, vor allem bei Kindern und Jugendlichen (DICK, TISCHER, BUCHNER, KRONBERGER).

Die Angaben über die Häufigkeit des Pneumothorax bei stumpfen Brustkorbverletzungen schwanken zwischen 5 und 10 %. Bei etwa gleichgroßem Verletztenmaterial fanden BUCHNER und KRONBERGER einen Pneumothorax in 5,6 %, AHRER in 9,85 % der Fälle. HOFERICHTER gibt 17.3 % an, jedoch wurden von ihm nur Fälle mit einem erheblichen Thoraxtrauma berücksichtigt.
Der Spannungspneumothorax ist ein relativ seltenes Ergebnis. Bei den Untersuchungen von AHRER lag er in 7,5 % aller Fälle mit Pneumothorax vor.

Hautemphysem

Das Hautemphysem entsteht am häufigsten bei gleichzeitiger Thoraxwand- und Lungenverletzung. Damit Luft in das subkutane Gewebe eindringen kann, muß es neben der Eröffnung des Respirationstraktes auch zu einer Verletzung des Pleura parietalis gekommen sein. Außerdem ist zusätzlich noch ein gewisser vermehrter Druck notwendig, wie er bei Hustenanfällen, Preßatmung und Spannungspneumothorax gegeben ist. Die Entstehung eines Hautemphysems ist in seltenen Fällen auch ohne Verletzung der Pleura möglich. Reißt nämlich ein Bronchus bifurkationsnah, kann Luft über ein Mediastinalemphysem ins subkutane Gewebe gelangen (VILLIGER).

Ein rasch zunehmendes Hautemphysem ist meist als Alarmsymptom eines bereits bestehenden bzw. rasch sich entwickelnden Spannungspneumothorax oder eines Mediastinalemphysems anzusehen (AHRER). Die Ausbreitung des Hautemphysems beginnt meist im Halsbereich, es kann sich jedoch über den ganzen Körper ausbreiten.
Die Häufigkeit des Hautemphysems bei Thoraxverletzten gibt AHRER mit 13,63 % an. Da von den Verletzten mit Hautemphysem 20 % starben, ist es also nicht selten das Symptom einer schweren Thoraxverletzung (AHRER). KAULBACH und GOMEZ-FERRER konnten bei Thoraxverletzten über 70 Jahre feststellen, daß bei ihnen das Hautemphysem 54,5 % aller Komplikationen ausmacht, während es sich bei den unter 70-jährigen nur in 12,1 % der Komplikationen fand. Dies erklärt sich z.T. dadurch, daß die Lunge bei Kompression des Thorax infolge von im Alter fast immer bestehenden Pleuraverwachsungen ihre Lage nur schwer ändern kann und es zu Pleuraeinrissen kommt. Bei Kindern sind infolgedessen Hautemphyseme seltener zu erwarten (DICK).

Mediastinalemphysem

Das Mediastinalemphysem läßt sich auf Lungenverletzungen bei ausgedehnten Pleuraverwachsungen, Rippenfrakturen, Tracheal-, Bronchial- und Oesophagusverletzungen zurückführen. In seltenen Fällen kann es nach Eröffnung eines abdominellen Hohlorganes bei gleichzeitiger Zwerchfellruptur entstehen (GRILL). Oft liegt dem Mediastinalemphysem ein Spannungspneumothorax zugrunde. Die Luft kann aber auch, ohne daß sich ein Pneumothorax ausbildet, ausgehend von einem interstitiellen Emphysem, durch das lockere peribronchiale Gewebe entlang dem Lungenhilus zum Mediastinum wandern (ZENKER, AHRER).

Klinisch manifestiert es sich ähnlich wie das Hautemphysem, da es sich durch die obere Thoraxpertur in den Hals-, Schulter und Kopfbereich entleert. Bei starker Ausprägung kann es jedoch durch Kompression der großen Venen des

Mediastinum und des Herzens zu einer Behinderung des großen und kleinen Kreislaufes führen, es entsteht das Bild der sog. extrapericardialen Herztamponade (NISSEN).

Ein stärkeres mediastinales Emphysem ist extrem selten. Es wird dann durch größere Bronchial- und Trachealverletzungen verursacht (HOFERICHTER).

Beteiligung der Lungen

Stumpfe geschlossene Lungenverletzungen: Verletzungen der Lungen können zusammen mit Verletzungen der Brustwand auftreten oder sie finden sich bei unverletzter Brustwand, so vor allem bei Jugendlichen (MATZANDER). Die Lungenverletzung erfolgt, wenn der Thorax in Inspirationsstellung und bei gleichzeitigem Glottisverschluß zusammengepreßt wird. Der dabei entstehende Druck läßt das Lungengewebe zerreißen. Die Verletzungsskala reicht von der totalen Lungenruptur bis zu nur mikroskopisch erkennbaren Lungenrissen und Kontusionsherden. Je nach Schwere der Kontusion kommt es zu multiplen Gefäßrupturen mit Blutung in die Alveolen und ins interstitielle Lungengewebe. Diese Kontusionsherde treten am Ort der Gewalteinwirkung auf, sie können sich aber auch über einen ganzen Lappen erstrecken. Ebenso werden sie in Lungenbezirken gefunden, die dem Ort der Gewalteinwirkung gegenüberliegen (Contrecoup). VILLIGER stellte bei Lungenkontusionen die Schädigungen in 27 % auf der Gegenseite oder beiderseits fest. Hauptlokalisation sind vor allem die Lungenmantelzonen und die Umgebung von Hilus und Bronchien, weil hier der Druck abgefangen wird (VILLIGER). Daneben gibt es isolierte intrapulmonale Haematome. Sie sind die Folge einer streng lokalisierten Krafteinwirkung (HOFERICHTER). Im Röntgenbild imponieren sie als Rundherde und ähneln Kavernen, Cysten oder Abzessen. Sie bilden sich meist in kurzer Zeit zurück, indem sie resorbiert oder durch Bronchusdrainage abgehustet werden (LICHTENAUER und SPRECHT).

Weiter kann die Lunge von Rippenfragmenten angespießt werden. Diese Verletzungen liegen meist oberflächlich und sind scharfen Lungenverletzungen ähnlich (HOLLE).

Posttraumatische Lungenatelektasen: Die nach stumpfen Thoraxverletzungen auftretenden Lungenverschattungen sind in einem Teil der Fälle Atelektasen, die durch einen Lungenkollaps hervorgerufen werden. Sie können das Bild sog. Plattenatelektasen zeigen oder nehmen einen ganzen Lungenlappen ein. Sie finden sich auf der Seite der Gewalteinwirkung, nicht selten aber auch auf der kontralateralen Seite (HENSCHEN zit. nach GRILL, BUCHNER und KRONBERGER). Ur-

sächlich wird für ihre Entstehung neben dem Bronchialverschluß mit nachfolgender Resorptionsatelektase (FLEISCHNER) eine aktive Kontraktion der glatten Lungenmuskulatur aufgrund eines nervös-reflektorischen Mechanismus (Kontraktionsatelektase nach STURM) verantwortlich gemacht. Als Ursache des Bronchialverschlusses kommen Sekretpfröpfe, Blutpfröpfe, aspirierte Fremdkörper oder ein Bronchuslaesion in Frage (HORATZ). Die Folge ist eine Einschränkung der Atemfunktion durch den Ausfall des betroffenen Lungengewebes. Auch kann es zu Verziehungen des Mediastinum mit Beeinträchtigung der Herz- und Kreislauffunktion kommen. Im Verlauf besteht die Gefahr der Infektion der atelektatischen Lungenbezirke.

Posttraumatisches Lungenoedem: Nach ZENKER bilden die Lungenkontusionsherde die Grundlage des posttraumatischen Lungenoedems. Durch die auf die Kontusion folgende Exsudation kommt es zu einer Verminderung der Gasaustauschfläche. Eine weitere wichtige Rolle spielt der Schmerz, da er eine Hypoventilation zur Folge hat. Beidesmal ist das Ergebnis eine Hypoxie des Lungengewebes, welche weiter zu einer Störung der Sauerstoffaufnahme und zu einer Drosselung der Lungendurchblutung führt. Die sich ausbildende pulmonale Hypertension und die Erhöhung der Permeabilität der Kapillaren führen schließlich zum Lungenoedem.

Für die Entstehung der posttraumatischen Atelektasen macht ZENKER den gleichen Mechanismus verantwortlich. Die Fettembolie, die ZENKER in der Hälfte der Todesfälle nachweisen konnte, wirkt bei der Entstehung des Lungenoedems auf dem Weg über Kreislaufstörungen und pulmonaler Hypertension mit (ZENKER). SCHACHERL nimmt an, daß ein nervaler Reiz, ähnlich dem auslösenden Reiz bei der Kontraktionsatelektase, reflektorisch zu einer exsudativen zelligen Reaktion der hyperaemischen Lungekapillaren führt, daß also bei der Entstehung des postrraumatischen Lungenoedems ein pleurodermato-visceraler Reflex auslösend wirkt.

Kontusionspneumonie

Nach LÖHR und SODER handelt es sich dabei um keine Pneumonie im Sinne einer bakteriellen Entzündung. Es wird daher vorgeschlagen, von einem sog. Kontusionssyndrom zu sprechen.
Die klinische Symptomatologie ist bei beiden ähnlich, jedoch kommt es bei der Kontusionspneumonie bereits innerhalb der ersten Tage nach dem Unfall zu subfebrilen Temperaturen, Schmerzen, Husten und Atemnot. Röntgenologisch lassen sich keine verwertbaren Befunde erheben. Die echte Bronchopneumonie

hingegen ist röntgenologisch häufig faßbar und tritt frühestens um den 4. Tag nach dem Unfall auf. Die subjektiven Beschwerden der Kontusionspneumonie gehen nach wenigen Tagen zurück; der Verlauf wird durch Gaben von Antibiotica nicht beeinflußt (LÖHR). Die auftretenden Temperaturen werden als Resorptionsfieber gedeutet, da die "Kontusionspneumonie" aus multiplen kleinen Lungenkontusionsherden besteht (BUCHNER und KRONBERGER).

LÖHR fand dieses K ntusionssyndrom in 60 % aller stumpfen Thoraxverletzungen. Dabei spielt das Ausmaß der Gewalteinwirkung eine wesentliche Rolle: Während bei einfachen Brustkorbprellungen der prozentuale Anteil bei 42 % liegt, steigt er bei Frakturen mehrerer Rippen bis auf über 80 % an. Das Kontusionssyndrom kann in eine echte Bronchopneumonie übergehen, da sich leicht pathogene Keime des Respirationstraktes in den schlecht belüfteten und durchbluteten Lungenbezirken ansiedeln. Ob es dazu kommt, hängt außer von der Schwere der Brustkorbverletzung und der Nebenverletzungen vom Alter der Verletzten ab (LÖHR, GRILL).

Die Verletzungen des Herzens

Stumpfe Verletzungen des Herzens sind durch Schlag oder Stoß gegen die Brustwand möglich. Entstehen durch die Gewalteinwirkung Frakturen des Thoraxskelettes, so ist die Stoßenergie, bevor sie das Herz trifft, schon weitgehend aufgebraucht und kann das Herz nicht mehr so stark schädigen.

Eine hydraulische Sprengwirkung kann dann entstehen, wenn das Herz zwischen Brustbein und Wirbelsäule komprimiert wird. Bei der plötzlichen Druckerhöhung kann das Blut infolge seiner Trägheit nicht schnell genug entweichen. Dadurch kann es zu Rupturen der Klappen, der Sehnenfäden, der Vorhöhe oder der Kammern kommen. Die bei Explosion und Sturz aus großen Höhen auftretende Druckenergie führt häufig zu ähnlich schweren Herzverletzungen.

Commotio cordis: Treten nach einem stumpfen Thoraxtrauma Herzfunktionsstörungen auf, ohne daß ein Anhalt für eine grobe Verletzung des Herzmuskels gegeben ist, spricht man von einer Commotio cordis. Da sich jedoch in einem Teil der Fälle pathologisch-anatomische Befunde, wie kleine Herdblutungen im Myokard, Rechtsherzdilatation oder subepikardiale Blutungen nachweisen lassen, kann man den Begriff nicht analog zur Commotio cerebri gebrauchen (MEESEN).

Eine rein mechanische Verletzung als Ursache der Commotio cordis wird nicht mehr diskutiert (GRILL). Vielmehr nimmt man an, daß es sich um ein akutes

traumatisches Koronarversagen infolge Koronarspasmen handelt (SCHLOMKA, BRUNNER). Die Commotio cordis ist demnach die indirekte Schädigung des Herzens durch stumpfe Gewalt (GLATZEL zit. nach GRILL). Der objektive Nachweis gelingt am sichersten mittels EKG. Hier zeigen sich Herzrhythmusstörungen und Überleitungsstörungen, wie man sie bei koronaren Durchblutungsstörungen anderer Genese sieht. Als Zeichen der Leistungsschwäche des Herzmuskels findet sich ein erhöhter Venendruck bei gleichzeitiger arterieller Hypotonie (GROSSE - BROCKHOFF). Die anfänglichen Symptome, wie Bewußtlosigkeit, Schock, arrhythmischer Puls und Schmerzen in der Herzgegend klingen meist relativ rasch ab (GRILL), während die pathologischen EKG-Veränderungen sich erst langsamer normalisieren (KAULBACH u. KREBS). Ein Herzblock, ein Adam-Stokesscher Anfall oder Kammerflimmern kann jedoch den Tod herbeiführen (DERRA). Besondere Gefahr droht dem bereits vorgeschädigten Herz (HOCHREIN).

Contusio cordis: Hier werden alle kontusionellen Schädigungen des Herzens zusammengefaßt. Da jedoch auch bei der Commotio cordis morphologische Veränderungen gefunden werden, ist keine scharfe Trennung möglich. WEBER empfiehlt für klinische Zwecke dann eine Contusio cordis anzunehmen, wenn die traumatischen Herzsymptome länger anhalten. Die Verletzungsskala reicht von kleinen Kontusionsherden in der Herzmuskulatur und subepikardialen und subendokardialen Blutungen bis zur Ruptur von Vorhof- oder Kammerwand. Neben der Ausdehnung der Muskelgewebskontusionsherde ist ihre Lokalisation von Bedeutung. Bereits kleinere Herde können bei Direktschädigung der Leitungsbahnen zu Herzblockbildungen führen (DERRA zit. nach GRILL). Große Herzmuskelrupturen führen entweder durch Herzstillstand oder Herzbeuteltamponade rasch zum Tode. Auch nach unvollständigem Einriß der Herzwand kann es nach einiger Zeit infolge Wühlblutungen zur vollständigen Ruptur kommen (GRILL). Bei kleineren Rupturen hängt das Schicksal des Verletzten, falls nicht noch andere schwere Verletzungen vorliegen, davon ab, wie schnell sich die Herzbeuteltamponade ausbildet und wann der Verletzte operativ versorgt werden kann. LEDERBERGER u. MARTI beschreiben einen Fall von Herzruptur im rechten Vorhof. Die Thorakotomie 3 1/2 Stunden nach dem Unfall ergab ein Haemoperikard von ca. 800 ml und eine etwa bleistiftdicke Rupturstelle der Wand des rechten Vorhofs. Einen ähnlichen Fall beschreiben MAIER u. WOLFF. Der Verletzte wurde 7 1/2 Stunden nach dem Unfall thorakotomiert.

WEBER berichtet über die Obduktion von 190 Fällen mit einer Herzkontusion. 54 Verletzte hatten Myokardrupturen, 27 mal wurde eine Myokardkontusion und 38 mal eine Endokardkontusion festgestellt. Perikardverletzungen hatten 99 (52,1 %) Verletzte, davon die Hälfte ohne sonstige Herzverletzung.

Verletzungen des Perikards

Verletzungen des Perikards sind die häufigsten organischen Verletzungsfolgen am Herzen (WEBER). Durch stumpfe Gewalteinwirkungen kommt es zu Haematomen und Einrissen, meist in der Längsrichtung. Bei isolierten Verletzungen des Perikards ist die klinische Symptomatik gering, zu stärkeren Ergüssen in den Herzbeutel kommt es selten (GRILL). In Einzelfällen kann das gesamte Herz luxieren und sich in den Perikardriß einklemmen (WEBER).
HUTSCHENREUTER beschreibt einen eindrucksvollen Fall: Ein 21-jähriger Mann kam nach einem Verkehrsunfall mit multiplen schweren Verletzungen zur Klinikaufnahme. Wegen eines massiven Haematothorax und ausgeprägten hämorrhagischen Schocks wurde die Thorakotomie vorbereitet. In Rückenlage zeigte das EKG eine deutliche ST-Senkung als Hypoxiesymptom. Nach Seitenlagerung war der QRS-Komplex plötzlich wie abgeschnitten, was als Zeichen eines plötzlichen Stops der Erregungsausbreitung zu deuten war. Es bestand der Verdacht auf partielle Herzeinklemmung, der bei der sofortigen Thorakotomie bestätigt wurde: Teile der linken Herzkammer waren in einen Perikardriß eingeklemmt. Nach Beseitigung der Inkarzeration zeigte das EKG wieder einen normalen QRS-Komplex, die Kreislaufverhältnisse besserten sich rasch.

Zwerchfellrupturen

Zwerchfellrupturen können nach stumpfen Brust- und Bauchverletzungen auftreten. Dabei ist die linke Zwerchfellhälfte häufiger betroffen als die rechte, wo die Leber einen gewissen Schutz gewährt. In 33 von ISELIN gesammelten Fällen war 31 mal die linke, 2 mal die rechte Seite betroffen. AHRER fand von 11 stumpfen Zwerchfellverletzungen 8 Rupturen links und 3 rechts, DESFORGES 15 links und 1 rechts, KÜMMERLE 13 links und 1 rechts, KONRAD u. MALLINCKRODT 27 links, 5 rechts. Nach einer Literaturzusammenstellung von KONRAD u. MALLINCKRODT war in 84 % die linke Zwerchfellhälfte, in 14 % die rechte Zwerchfellhälfte und in 2 % beide Zwerchfellhälften betroffen.

Der unkomplizierte Zwerchfellriß, d.h. ohne gleichzeitige Verletzung anderer Organe, zeigt meist keine besonderen Symptome (ISELIN, SPATH). Erscheinungen bereiten die mitverletzten Bauch- oder Thoraxorgane, bei einem Vorfall der Baucheingeweide die Verdrängung der Thoraxorgane oder später die Funktionsstörung der prolabierten Bauchorgane (SPATH). So wurde keine der von KÜMMERLE beschriebenen Zwerchfellrupturen unmittelbar nach dem Unfall festgestellt, sondern erst bei späteren Untersuchungen, zum Teil als Zufallsbefund, zum Teil dadurch, daß bei den Verletzten erst später Beschwerden auftraten.

Bei linksseitigen Einrissen können Magen, Milz, Kolon oder Netz vorfallen. Nach EPPINGER soll es in 90 % der Fälle früher oder später zur Inkarzeration kommen. (zit. nach GRILL). Der rechtsseitige Zwerchfellriß kann völlig symptomlos bleiben, oder es entwickelt sich ein partieller Leberprolaps, wobei sich Teile der Leber pilzförmig in die rechte Brusthöhle vorwölben (KÜMMERLE u. KLÖSS, LOB, siehe Seite 48). Dies wird einerseits durch den intraabdominellen Druck, andererseits durch die intrathorakale Saugwirkung erreicht (KÜMMERLE u. KLÖSS). Bei sehr großen Einrissen ist es möglich, daß die gesamte Leber in die Brusthöhle luxiert (OBERNDORFER).

Verletzungen von Trachea und Bronchien

Verletzungen der intrathorakalen Trachea durch stumpfe Gewalteinwirkung stellen eine absolute Seltenheit dar (WENZL). Einrisse oder Abrisse der Bronchien werden infolge der Zunahme der schweren Brustkorbverletzungen häufiger gesehen und durch die Anwendung der Bronchoskopie heute häufiger erkannt (BLAHA), sind aber doch relativ selten. Zur Herbeiführung einer Bronchusruptur ist immer eine große Gewalteinwirkung notwendig. Der Entstehungsmechanismus wird einmal als Berstungsruptur durch endobronchiale Drucksteigerung bei gleichzeitigem Glottisverschluß erklärt. Dann müßten sich aber auch Verletzungen an den Lungen finden, die aber in auffallend wenigen Fällen vorhanden sind (AHRER). Außerdem werden Scherkräfte, die die Lunge treffen (SALE), und Kompression der Bronchien zwischen Sternum und Wirbelsäule verantwortlich gemacht (RICHARDS u. COHN). Folgenden Mechanismus bezeichnet HOLDER als typisch: Der Thorax wird zwischen stumpfen Gewalten in sagittaler Richtung deformiert. Dabei verkürzt sich sein ventro-dorsaler Durchmesser, während sich der transversale Durchmesser verlängert und infolge der Zugwirkung Einrisse an den Hauptbronchien entstehen (BLAHA).
Der häufigste Sitz der Bronchuslaesion liegt in nächster Umgebung der Garina (CARTER, WAREHAM u. BREWER; STREICHER). Nach einer Zusammenstellung von BLAHA fand sich die Bronchusschädigung in 78 % der Fälle an den Hauptbronchien, davon in 3,6 % beiderseits.
Da der kindliche und jugendliche Thorax besonders elastisch sind und eine beträchtliche Erweiterung des transversalen Durchmessers erlauben, betreffen etwa die Hälfte aller Bronchusrupturen Kinder bis zu 15 Jahren (DICK).
Die sichere Diagnose eines Bronchusrisses ist schwierig, ein pathognomonisches Zeichen gibt es nicht (HOLDER). Ein sich rasch ausbildendes Haut- und Mediastinalemphysem, ein Spannungspneumothorax und Lungenatelektasen können daran denken lassen. Der direkte Nachweis gelingt mittels der Bronchoskopie (BLAHA, HOLDER).

Verletzungen der Thoraxgefäße

In einer Obduktionsstatistik von AHRER ist die Aorta in 55 % aller Verletzungen der Thoraxgefäße beteiligt. Als Verletzungsmechanismus werden in erster Linie abrupte Geschwindigkeitsänderungen verantwortlich gemacht. Da die Aorta im Bereich des Ductus Botalli und am Aortenbogen an den großen Halsgefäßen relativ fest fixiert ist, kann sie in diesem Bereich nicht schnell genug ausweichen. Daraus ergibt sich, daß Verletzungen in der Mehrzahl der Fälle im Isthmusbereich beobachtet werden. Bei Sturz aus größeren Höhen kann es, ohne daß eine Verletzung des Brustkorbs vorliegt, allein durch die Fliehkraft des Herzens zu Aortenverletzungen kommen (AHRER). Aber auch durch direkte Gewalteinwirkung bei schweren Traumen kann die Aorta platzen, da sie sich als blutgefülltes Organ nicht schlagartig komprimieren läßt.
Die klinischen Erscheinungen sind weitgehend von der Größe der Verletzung abhängig. Große Rupturen oder totale Abrisse haben den sofortigen Tod zur Folge. Ein nach Punktion rasch nachlaufender linksseitiger Haematothorax (GRILL), Zeichen einer mediastinalen Kompression und Röntgenaufnahmen, die ein periaortales Haematom zeigen, können zur Diagnose führen. Besonders erwähnt seien noch traumatische Aneurysmen, die nach unvollständiger Ruptur auftreten. Sie können jahrelang symptomlos bleiben, aber auch nach einem kurzen freien Intervall infolge von Wühlblutungen plötzlich rupturieren (ZEHNDER zit. nach GRILL, WAIBEL u. LUDIN).

Die Verletzungen der anderen intrathorakalen Gefäße sind nach stumpfen Thoraxverletzungen selten. Es handelt sich dann meist um sehr starke Traumen mit zusätzlichen Verletzungen an Herz, Lunge und Aorta (AHRER, GRILL). Die Verletzung der Art. subclavia ist häufig mit Frakturen der 1. Rippe und des Schlüsselbeines verbunden.
Die Verletzung des Ductus thoracicus ist durch stumpfe Thoraxtraumen ebenfalls möglich. Er reißt infolge von Überdehnung oder wird von Knochensplittern angespießt. Ist die Pleura mitverletzt, bildet sich ein Chylothorax. Bei intakter Pleura entsteht ein mediastinales Chylom (TAUBER), das später ebenfalls in die Pleurahöhle einbrechen kann.

4. Die Rolle der Nebenverletzungen

Betrachtet man die Gewalteinwirkungen und die Unfallmechanismen, welche am häufigsten zur Entstehung von stumpfen Brustkorbverletzungen führen, so ist man nicht überrascht, daß isolierte Thoraxverletzungen relativ selten sind. Durch den Zusammenstoß im Straßenverkehr, den Sturz aus zum Teil beträchtlichen Höhen, das Ange- und Überfahrenwerden und durch Einklemmungen und

Verschüttungen treffen den Körper so starke Kräfte, oder die Kräfte greifen so großflächig am Körper an, daß in den meisten Fällen auch andere Körperteile in Mitleidenschaft gezogen werden.

Im allgemeinen kann gesagt werden, daß besonders schwere Traumen auch zur Mitverletzung anderer Körperteile führen. Das bestätigt die relativ hohe Prozentzahl von 80,6 % Nebenverletzungen bei den 150 Verletzten mit erheblichem Tho-

	Nebenverletzungen in Prozent
AHRER	
Klinik	68,0 %
Obduktion	55,2 %
GÖGLER gesamt	76,8 %
Verkehr	86,2 %
Nicht-Verkehr	64,6 %
HOFERICHTER	80,6 %
KAULBACH	
bis 70-jährige	74,0 %
über 70-jährige	53,6 %

Tab. 4: Die prozentuale Häufigkeit von Nebenverletzungen bei Thoraxverletzten nach dem Schrifttum

raxtrauma HOFERICHTERs und den nur 53,6 % Nebenverletzungen bei den über 70-jährigen der Untersuchungsreihe von KAULBACH, da das höhere Alter prozentual im allgemeinen nicht von so schweren Traumen heimgesucht wird (KAULBACH).

Die Angaben von GÖGLER zeigen, daß die Nebenverletzungen bei Straßenverkehrsunfällen mit 86,2 % wesentlich höher liegen als bei Nicht-Verkehrsunfällen (64,6 %).

Nach allen Angaben ist der Kopf am häufigsten betroffen, an zweiter Stelle stehen die Gliedmaßenverletzungen.

	AHRER Klinik	AHRER Obduktion	BUCHNER	DICK	GÖGLER
Kopf	42,93	40,38	fast 50	42,0	46,5
Wirbelsäule	7,92	8,84	-	7,25	3,94
obere Extremität	16,08	-	-	28,8	18,8
untere Extremität	9,25	-	-		33,4
Bauch	19,00	18,23	8,7	-	6,17
Becken	4,82	-	-	-	3,49

Tab. 5: Die Verteilung der Nebenverletzungen auf die einzelnen Körperabschnitte in Prozent. Zum Vergleich GÖGLER: Die Beteiligung der einzelnen Körperteile bei allen Unfallverletzten.

Vergleicht man nun die Zahl der Kopf- und Gliedmaßenverletzungen bei Brustkorbverletzten mit denen aller Unfallverletzten von GÖGLER, so zeigt sich, daß sie bei Thoraxverletzten nicht häufiger als bei der Gesamtzahl aller Unfallverletzten sind. Jedoch stellt gerade die begleitende Kopfverletzung eine besondere Komplikation der Brustkorbverletzung dar, sei es, daß sie thorakale Symptome verschleiert, sei es, daß sie dem Verletzten, der durch das Thoraxtrauma schon eine Atem- und Kreislaufstörung erlitt, durch die zentrale Fehlregulation von Atmung und Kreislauf eine weitere Gefahr bedeutet.

Höher als bei der Gesamtzahl aller Unfallverletzten ist die Beteiligung des Abdomen nach stumpfen Thoraxtraumen. Da die unteren Teile des Brustkorbs zum Teil die Oberbauchorgane umgeben, werden diese häufig bei Gewalteinwirkung gegen die untere Thoraxapertur in Mitleidenschaft gezogen. So zeigten nach AHRER 86,15 % aller simultanen Thorax-Abdominalverletzungen Symptome, die an eine Verletzung von Leber, Nieren oder Milz denken ließen. Das übrige Abdomen machte nur 13,85 % aus.
Die besondere Problematik der gleichzeitigen Bauch- und Brustverletzung liegt darin, daß relativ bedeutungslose Schädigungen am Brustkorb intraabdominelle Verletzungen, die sofort operativ versorgt werden müßten, in ihrer Symptomatologie überdecken können (GRILL). Andererseits werden vom Verletzten Schmerzen nach Thoraxtraumen häufig in das Abdomen projiziert, wobei eine Bauchverletzung vorgetäuscht wird, zumal nach MAJOR eine Rektusspannung nach reinen Thoraxverletzungen auftreten kann. GRILL gibt als Faustregel an, daß dann eine gleichzeitige Bauchverletzung angenommen werden muß, wenn nach

2 - 3 Stunden die Abdominalerscheinungen nicht zurückgehen.

Ebenso wie Bauchverletzungen werden Wirbelsäulenverletzungen nach Brustkorbtraumen häufiger als bei der Gesamtzahl aller Unfallverletzten gesehen. Dies ist verständlich, da die Brustwirbelsäule zusammen mit den Rippen und dem Brustbein den knöchernen Brustkorb bildet. Nach der Obduktionsstatistik von AHRER machen die Wirbelsäulenfrakturen sogar 38,89 % aller Knochenverletzungen - ausgenommen die Thoraxskelettverletzungen - nach Brustkorbtraumen aus. Die Brustwirbelsäule war daran in 67,8 % beteiligt. Relativ häufig ist auch die Kombination von Brustbein- und Wirbelbrüchen. KAULBACH fand bei 41 Brustbeinfrakturen 9 (= 21,9 %) Wirbelfrakturen. Für diesen Verletzungsmechanismus ist das gewaltsame Abbiegen des Körpers, z.B. durch Sturz aus großer Höhe, typisch (AHRER).
Besonders erwähnt seien noch die Verletzungen des Schultergürtels. Wegen seiner engen Beziehung zum Thoraxskelett werden Brüche von Schlüsselbein und Schulterblatt oft zusammen mit Verletzungen der oberen Rippen beobachtet.

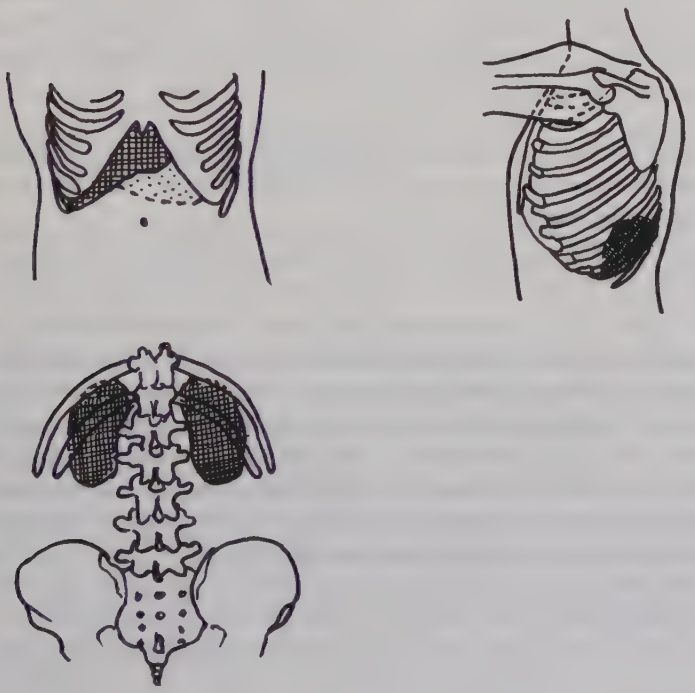


Abb. 2: Die topographische Beziehung von Leber, Milz und Nieren zur unteren Thoraxapertur (Nach OERTEL)

5. Diagnose und Therapie der stumpfen Brustkorbverletzungen

Thoraxverletzungen, deren klinisches Bild vom Schockzustand beherrscht wird, erfordern vor weiteren diagnostischen und speziellen therapeutischen Maßnahmen die Schockbekämpfung.
Eine Ausnahme bildet jedoch der Spannungspneumothorax: Hier kann es infolge des totalen Ausfalles des verletzten Lungenflügels, der Abdrosselung der Hohlvenen und der Kompression des gesunden Lungenflügels zu lebensbedrohlichen Graden von Atemnot kommen (NISSEN). Die Diagnose soll nach Möglichkeit schon am Unfallort gestellt werden (STAPENHORST): Fehlende Atembewegungen der betroffenen Seite, tympanitischer Klopfschall, aufgehobenes Atemgeräusch, perkutorisch verschobene Herzgrenzen zur gesunden Seite hin und gestaute Halsvenen, ebenso ein sich rasch ausbreitendes Hautemphysem machen eine sofortige Punktion der Pleurahöhle notwendig. Die Punktionsnadel, mit einem eingeschnittenen Gummifingerling oder mit einem Fahrradventil, am besten in Form des sog. Blitzventils (PROBST[+]) versehen, wird im 2. oder 3. ICR in der Mammillarlinie (STAPENHORST) oder im 4. ICR in der vorderen Axillarlinie (NISSEN) eingestochen, wobei die unter hohem Druck stehende Luft sofort entweicht. Unter der assistierten Beatmung bei liegendem Endotrachealtubus kommt es rasch zur Wiederentfaltung der Lunge.

Bei allen anderen schweren Brustkorbverletzungen sind die Schockbekämpfung bzw. die Verhütung seiner Entstehung und das Freihalten der Atemwege die vordringlichsten Maßnahmen.

[+] PROBST hat aus akutem Anlaß im UKM erstmals das Fahrradschlauch - "Blitzventil" angewandt und später wiederholt bei anderen Verletzten gebraucht. Der Vorteil des Blitzventils besteht in seiner Leichtgängigkeit. Außerdem kann man es sterilisieren. Man könnte sogar daran denken, es zusammen mit einer Punktionsnadel in eine Notarzttasche aufzunehmen bzw. zur Notfallwagenausrüstung hinzuzufügen. Es ist dasselbe Prinzip wie das des auf die Kanüle aufgesetzten Gummifingerlings.

Abb. 3: "Fahrradschlauch-Blitzventil" als Auslaßventil für Pneumothorax. Anstelle des in der Literatur vielfach beschriebenen, aus Punktionskanüle und durchstochenem Gummifingerling zusammengesetzten Auslaßventils wurde im UKM ein Fahrradschlauch-Blitzventil benutzt, das auf Grund seiner Leichtgängigkeit zuverlässiger funktioniert und den Vorteil der Sterilisierbarkeit besitzt. Man erkennt von links nach rechts: die Einstichstelle, den Kanülenschaft, den Kanülenkopf, ein Gummischlauchverbindungsstück, das Blitzventil (beginnend am Schraubengewinde)

Eingeleitet wird die Schocktherapie mit Plasmaersatzmittel und Blutplasma. Vasokonstriktorische Medikamente sind nur dann indiziert, wenn es sich um einen Schock durch peripheres Kreislaufversagen handelt. Bei einem stärkeren oder schon länger bestehenden Schock mit Volumenmangel sind diese Mittel jedoch wirkungslos, da es durch die Schockreaktion bereits zu einer sympathischen Engstellung der Gefäßperipherie gekommen ist (ERNST u. PROBST). Außerdem würde die Applikation dieser Substanzen die ohnehin verminderte periphere Durchblutung weiter herabsetzen.
Da bei allen älteren Verletzten und bei Schwerverletzten eine relative Nebennierenrindeninsuffizienz wahrscheinlich ist, soll in diesen Fällen Prednisolon gegeben werden, da die Nebennierenrindenhormone einen wesentlichen Anteil an der schadlosen Überwindung des Stress haben (ERNST u. PROBST).
Zur weiteren Therapie des Schocks, vor allem des hämorrhagischen Schocks, kommt nach Blutgruppenbestimmung und Kreuzproben die Transfusion von Vollblut hinzu.

Der Schockzustand muß aber nicht unbedingt durch Blutverlust oder die Stärke des Traumas ausgelöst worden sein, sondern ist häufig die Folge der Hypoxie

infolge paradoxer Atmung, Pneumothorax und Ansammlung von Blut und Flüssigkeit in den Lungen und im Bronchialsystem (DAUGHTRY). Die beste und wirksamste Kreislauftherapie bei gleichzeitigem Bestehen einer Ateminsuffizienz ist die Normalisierung der Atmung, denn nur dadurch kann eine ausreichende Arterialisierung des Blutes erreicht werden (ERNST u. PROBST).
Der Schock und die Verletzung der Brustwand selbst mit den damit verbundenen Schmerzen verursachen bei dem Verletzten eine oberflächliche Atmung. Die Sekretion im Bronchialsystem - infolge der Schmerzen kann das Sekret nur ungenügend abgehustet werden - führt zur Verlegung der Atemwege und damit zur Verminderung der Atemfläche. Um den durchaus bedrohlichen Komplikationen der Hypoxie, insbesondere auch dem Lungenoedem vorzubeugen, muß bald mit der Schmerzbekämpfung begonnen werden, um dem Verletzten das Abhusten zu ermöglichen. Darin liegt zugleich die beste Infektionsprophylaxe. Neben Morphin und anderen zentral wirkenden Analgetika kommt auch die lokale oder paravertebrale Injektion eines Lokalanaesthetikum in Frage, da hierdurch vor allem eine Depression des Atemzentrum vermieden wird (DAUGHTRY). Ebenso wichtig ist die Zufuhr von Sauerstoff.

Bei Bewußtlosigkeit oder sichtlich behinderter Atmung ist die sofortige Intubation zwecks assistierter Beatmung und Bronchialtoilette angezeigt (HOFERICHTER) Ist infolge ausgedehnter Rippenserienfrakturen, schlechten Allgemeinzustandes und starker Sekretion eine ausreichende Lungenbelüftung nicht zu erreichen, so soll frühzeitig die Tracheotomie durchgeführt werden (BUCHNER u. KRONBERGER, MATZANDER). Neben der Möglichkeit jederzeit abzusaugen, kontrolliert Sauerstoff zuzuführen und die assistierte Beatmung anzuwenden, werden durch die Tracheotomie der Totraum der Atemwege und der Atmungswiderstand wesentlich verkleinert und dadurch eine Besserung der Ventilation erreicht.

Bei einfachen Rippenfrakturen klagen die Verletzten über mehr oder weniger umschriebenen Schmerz, vor allem beim tiefen Ein- und Ausatmen. Häufig besteht Hustenreiz und die betroffene Brustkorbseite wird bei der Atmung geschont. Bei Kompression des Brustkorbs erfolgt Schmerzangabe im Bruchbereich der Rippen. Bei der Palpation kann man, vor allem bei Bruch mehrerer Rippen, Krepitation wahrnehmen.
In der Behandlung einfacher Rippenbrüche kommt es in erster Linie darauf an, Störungen der Atemfunktion, hervorgerufen durch den Frakturschmerz, zu verhindern bzw. zu beseitigen. Dies gelingt durch ruhigstellende Verbände, wie einseitiger Heftpflasterdachziegelverband. zirkuläre Heftpflasterverbände, elastische Binden oder Rippenbruchgürtel (RICHTER). Da jedoch durch bronchospirometrische Untersuchungen nachgewiesen wurde, daß die mechanische Atemleistung und damit die Ventilationsgröße und die Sauerstoffaufnahme bei Anwendung dieser Verbände erniedrigt bleiben, werden von vielen Autoren diese

Verbände abgelehnt. Sie sind auch deshalb nicht erforderlich, da eine völlige Ruhigstellung der Fraktur doch nicht gelingt (POWELL) und Rippenbrüche, auch bei Verschiebung der Bruchenden, eine gute Heilungstendenz zeigen. Schmerzfreiheit ohne Einschränkung der Atemmechanik wird durch die Lokalanaesthesie im Frakturbereich, längere Schmerzfreiheit durch die Blockade der Intercostalnerven erreicht. Für die ersten Tage sollen zur weiteren Schmerzausschaltung auch zentralwirkende Analgetika wie Morphin, ggf. mit gleichzeitigen Gaben von Amiphenazol (JONASCH), gegeben werden. Einige Autoren (BÜRKLE de la CAMP, MAJOR) wenden den Heftpflasterverband nur bei ambulanten Patienten an.

Bei ausgedehnten Rippenserienfrakturen und bei Stückbrüchen mehrerer Rippen bestehen häufig paradoxe Atembewegungen, da die Stabilität der Brustwand aufgehoben ist. Die betroffene Brustkorbhälfte sinkt bei der Inspiration ein, bei der Exspiration bewegt sie sich nach außen, es kommt zum Mediastinalflattern. Außerdem gelangt ein Teil der Ausatmungsluft der gesunden Seite in die andere Lunge und wird bei der nächsten Inspiration von der gesunden Seite als sog. Pendelluft wieder zurückgeatmet. Die Gefährlichkeit dieses Zustandes erweist die Angabe von SILLAR (zit. nach SCHRIRE), daß von 27 Verletzten, die paradoxe Atembewegungen zeigten, 23 starben. Die Stabilität der Brustwand muß wegen der Mediastinalbewegungen und der paradoxen Atmung (Pendelluft) möglichst schnell wieder hergestellt werden. Oft gelingt dies nach vorheriger Intubation oder Tracheotomie mit Überdruckbeatmung. Um die eingedrückte Brustwand zu heben, empfiehlt MATZANDER das Anpassen einer Gipsschale, bei Stückbrüchen zusätzliche perikostale Drahtumschlingungen, die an der Gipsschale fixiert werden.

Wegen der Gefahr einer lokalen Infektion ziehen andere Autoren unblutige Maßnahmen vor. CORNELEAC u. a. empfehlen die perkutane Leukoplastextension nach BÜRKLE de la CAMP. SCHRIRE beschreibt die Anhebung des eingedrückten Brustwandstückes mittels einer Saugglocke ("Cape Town Limpet"). Das Ganze wird dann mit Pflasterstreifen am Brustkorb fixiert. Bei doppelseitigen Rippenserienfrakturen kommt noch die Extension am Brustbein in Betracht. FRANTZ benutzt dazu gebogene Kirschnerdrähte, die in den Markraum des Sternum eingeschlagen werden. Die Extension wird dann mit 5 kg belastet.

HILTY lehnt diese Behandlungsmethoden ab, da die Atemmechanik danach immer noch gestört ist. Neben der Überdruckbeatmung hält er die intrakostale Spickdrahtosteosynthese für die Methode der Wahl.

Die Diagnose der Brustbeinfraktur ist leicht zu stellen, wenn eine sicht- oder tastbare Dislokation der Bruchenden vorliegt. Weitere Symptome sind lokalisierter anhaltender Druck-, Atem- und Hustenschmerz. Der Nachweis mittels der Röntgenaufnahme gelingt im seitlichen Strahlengang. Bei keiner oder unwesentlicher Überlagerung der Fragmente genügt als Therapie die Flachlage-

rung des Verletzten und die Schmerzbekämpfung, bei stärkerer Dislokation wird die Reposition durch Reklinationslagerung versucht (L. BÖHLER, HOLLE).
In manchen Fällen kommt auch die operative Reposition und anschließende Osteosynthese mit Kirschnerdrähten, Verschraubung oder Drahtumschlingung in Betracht, vor allem dann, wenn die unblutige Reposition nicht gelingt und mit einer den Brustkorb deformierenden Ausheilung zu rechnen wäre. EBERHARDT macht darauf aufmerksam, daß die Heilungsaussichten tiefliegender Brustbeinfrakturen ungünstiger sind und sie im Gegensatz zu denen im oberen Drittel eher zur Ausbildung einer Pseudarthrose neigen. Er empfiehlt daher bei diesen Frakturen die frühe operative Osteosynthese.

Nach jedem stumpfen Brustkorbtrauma muß geklärt werden, ob ein Haematothorax vorliegt. Ergüsse bis 300 ml entgehen oft der Perkussion, da sie kaum eine Dämpfung hervorrufen (BRUNNER). Klinisch bleiben sie häufig unauffällig und werden von anderen Symptomen überdeckt. Stärkere Blutungen führen zur Einschränkung der Ventilation durch die Einengung der Gasaustauschfläche, zur Mediastinalverdrängung und, vor allem bei gleichzeitigen Nebenverletzungen, zum Volumenmangelschock. Lokalisation und Ausdehnung des Haematothorax sind daher stets durch genaue Röntgenaufnahmen in aufrechter Haltung festzustellen, in Zweifelsfällen ist die Probepunktion angezeigt (HOFERICHTER).

Jeder Haematothorax soll möglichst frühzeitig vollständig entleert werden (ZENKER). Da nach 24 Stunden die Gefahr der Nachblutung gering ist, empfiehlt BRUNNER die Punktion am 2. oder 3. Tag, jedoch sollen bei der ersten Punktion nicht mehr als 1000 ml entleert werden. Mit weiteren Punktionen richtet man sich nach den Röntgenkontrollen, bei größeren Ergüssen sollen aber in den ersten 3 - 5 Tagen täglich Punktionen, auch wegen der reaktiven Pleuraexsudation, erfolgen (ZENKER).
HOFERICHTER gibt als Methode der Wahl in der Behandlung des traumatischen Haematothorax die Drainage der Pleurahöhle und Ableitung über eine Dauerabsaugung an. Die einmalige Punktion ohne Anlegen einer Bülau-Drainage empfiehlt er nur bei Ergüssen, die erst einige Tage nach dem Unfall auftreten.
BRUNNER hingegen zieht die mehrmalige Punktion der Dauerabsaugung vor, um die erhöhte Infektionsgefahr zu vermeiden. Bei starker Blutung, die durch Punktionen und Drainage nicht zum Stillstand gebracht werden kann, ist das operative Aufsuchen der Blutungsquelle angezeigt. Können primär schon mehr als 1000 ml abpunktiert werden, läuft der Haematothorax rasch nach und bessert sich der Zustand des Verletzten nicht oder nur vorübergehend, ist die Thorakotomie durchzuführen (BRUNNER, LICHTENAUER, MAJOR). Die Gefäßligatur, notwendigerweise die Entfernung des Lungenteiles bringen die Blutung zum stehen.
Läßt sich der Haematothorax durch Punktionen oder Dauersaugdrainage nicht

im Laufe von zwei Wochen vollständig entfernen, soll sich die operative Ausräumung im Sinne der Frühdekortikation anschließen, um die nachfolgende Organisation des Haematom mit den damit verbundenen Spätfolgen zu vermeiden (BRUNNER, GRILL, LICHTENAUER, BUCHNER).

Auf die Sofortmaßnahmen bei Entwicklung oder Bestehen eines Spannungspneumothorax wurde oben schon eingegangen. Bleibt der Ventilmechanismus nach Entfernung der Punktionsnadel und dem Versuch, die Lunge mittels Überdruckbeatmung auszudehnen, bestehen, so muß eine intercostale Dauersaugdrainage angelegt werden, um die vollständige Entfaltung der Lunge zu erreichen. Gelingt dies innerhalb von 4 - 5 Tagen nicht, ist die Thorakotomie angezeigt, da mit einer größeren Lungenwunde oder mit einer Bronchialverletzung zu rechnen ist (MATZANDER). Ein kleiner Mantel- oder Spitzenpneumothorax, der oft erst nach einigen Tagen bei Röntgenkontrollen festgestellt wird, wird meistens rasch resorbiert, er rechtfertigt aber auch den Versuch einer einmaligen Punktion (HOFERICHTER). Ein ausgedehnterer Pneumothorax muß jedoch sofort beseitigt werden, da möglicherweise die Verbindung zwischen Pleurahöhle und Bronchialsystem weiterhin besteht und es zur Infektion (Pleuraempyem) kommt.

Der am Verletzungstag auftretende Pneumothorax neigt nach der Punktion fast immer zum Rezidiv (HOFERICHTER). Daher muß nötigenfalls mehrmals punktiert werden oder es wird nach der erfolglosen Punktion eine Saugdrainage angelegt.

In den meisten Fällen bilden sich ein Hautemphysem und ein Mediastinalemphysem in wenigen Tagen spontan zurück (GRILL), jedoch ist immer auf das Bestehen eines Spannungspneumothorax zu achten. Seine Beseitigung zieht dann die Rückbildung des Hautemphysems nach sich. Bei extrem starker Ausdehnung können dicke, sog. Curschmannkanülen in das subkutane Gewebe der Brustwand gelegt werden, oder auch kleine Hauteinschnitte lassen die Luft entweichen. Hat sich ein hochgradiges Mediastinalemphysem entwickelt, das zur Ausbildung der extraperikardialen Herztamponade mit schwerer Atem- und Herzfunktionsstörung geführt hat, kann manchmal nur die schnell ausgeführte kollare Mediastinostomie Hilfe bringen.

Neben der Behandlung der unmittelbaren Verletzungsfolgen spielt die Prophylaxe der nachfolgenden Komplikationen eine große Rolle. Die erhebliche Exsudation und Sekretion in die Alveolarräume und Bronchien und die intrapulmonalen Kontusionsherde bewirken eine Verkleinerung der Gasaustauschfläche und eine verminderte Belüftung der betroffenen Lungenabschnitte, außerdem begünstigen sie das Auftreten von Atelektasen. Durch sorgfältiges Absaugen, ggf. nach vorher durchgeführter Tracheotomie, bleiben diese Lungenbezirke der Atmung erhalten.

Eine hochdosierte Antibiotikaprophylaxe kann die nachfolgende Infektion des schlecht durchbluteten und belüfteten Gewebes verhindern.
Krankengymnastische Maßnahmen wie Atem- und Abhusteübungen sowie Klopfmassagen sind ebenfalls ein wichtiger Teil dieser Prophylaxe.

IV. Die scharfen oder perkutanen Verletzungen des Brustkorbs

Verursacht werden sie durch Stich-, Schuß-, Schnitt- und Pfählungsverletzungen. In Friedenszeiten kommen Unvorsichtigkeiten mit Schußwaffen oder ihr krimineller Gebrauch, Messerstechereien, Suizidversuche, Verletzungen mit Tierschußapparaten und Bolzenschußapparaten, wie sie im Baugewerbe gebraucht werden, der Sturz auf scharfe Gegenstände und Zusammenstöße im Straßenverkehr in Betracht.

Es kann entweder nur die Brustwand verletzt sein, oder es kommt zu einer Eröffnung der Brusthöhle. Ist die Thoraxwand nur an einer Stelle durchstoßen, spricht man von penetrierenden Verletzungen, wird der gesamte Brustkorb durchstoßen oder verläßt z.B. ein Geschoß den Brustkorb auf der gegenüberliegenden Seite, handelt es sich um perforierende Verletzungen.

Im Frieden ist die zahlenmäßige Bedeutung der perkutanen Thoraxverletzungen weit geringer als die der stumpfen Verletzungen. Nach ZENKER ist das Verhältnis 1 : 10.
In Kriegszeiten ändert sich das Verhältnis jedoch erheblich. Während des Koreakonfliktes waren 98,0 % aller Brustkorbverletzungen offene Verletzungen. (VALLE zit. nach VILLIGER).

Grundsätzlich drohen dem Verletzten die gleichen Gefahren wie nach stumpfen Thoraxtraumen, da sämtliche intrathorakalen Organe getroffen werden können. Sind jedoch keine lebenswichtigen Gebilde verletzt, etwa Herz oder große Gefäße, oder kommt es nicht zur Ausbildung eines Spannungspneumothorax, so ist der Schock nach offenen Thoraxverletzungen meist nicht so schwer und lebensbedrohlich wie nahezu regelmäßig nach stumpfen Brustkorbverletzungen (ZENKER). Das Bestehen eines schweren Schockzustandes läßt also auf eine Verletzung mediastinaler Organe oder großer Gefäße schließen.

Eine besondere Komplikation nach offenen Brustkorbverletzungen, die zu raschem therapeutischem Handeln zwingt, stellt der nach außen offene Pneumothorax dar. Vor allem bei größeren Thoraxwandverletzungen, die die Größe des

Trachealquerschnittes überschreiten (GRILL), droht der gleiche Mechanismus wie er schon beim inneren, offenen Pneumothorax beschrieben wurde, nämlich Mediastinalflattern und paradoxe Atmung mit der sog. Pendelluft. Im Gegensatz zum inneren offenen Pneumathorax, bei dem die Verletzungen des Bronchialbaumes gewöhnlich klein sind, kommt es bei großen offenen Thoraxwandverletzungen sehr schnell zu diesem bedrohlichen Zustand. Außerdem besteht in besonderem Maße die Gefahr der Infektion.

Die Symptomatik der offenen Brustverletzungen hängt von der Größe der äußeren Verletzung und von der Verletzung der intrathorakalen Organe ab. Kleine Stichverletzungen und glatte Schußwunden (sie machen nach der Beobachtungsreihe von WEBER 87,2 % aller offenen Thoraxverletzungen in der Friedenspraxis aus), soweit keine größeren Gefäße getroffen sind, verursachen in der Regel keine akuten, lebensbedrohlichen Zustände (GRILL), da sich der Wundkanal spontan verschließt. Im allgemeinen sind es nicht die Lungenparenchymwunden, die die Symptomatik bestimmen, sondern die begleitenden Auswirkungen der Verletzung, nämlich Schock, Haematothorax, Pneumothorax, Bronchialverletzungen und Verletzungen der Organe des Mediastinums (GROSSKOPF und MUSSGNUG). Als ein wesentliches Zeichen der Lungenparenchymverletzung gilt die Haemoptoe. Wenn die Blutung auch nicht immer Anschluß an das Bronchialsystem bekommen muß, so findet sich die Haemoptoe bei Lungenverletzungen doch in 75 % der Fälle (HERNANDEZ-RICHTER).

Behandlung:

Für die Sofortmaßnahmen bei offenen Brustkorbverletzungen gilt das gleiche, wie es schon bei der Behandlung der stumpfen Verletzungen beschrieben wurde. Bei bestehendem Schock ist dessen Bekämpfung einzuleiten, ein Spannungspneumothorax muß sofort beseitigt werden. Ebenso sind die Atemwege freizuhalten und für genügende Sauerstoffzufuhr zu sorgen. Liegt ein offener Pneumothorax vor, so muß dieser sofort in einen geschlossenen Pneumothorax verwandelt werden, denn jeder offene Pneumothorax ist eine lebensbedrohliche Erkrankung (GRILL). Beim breit offenen Pneumothorax kann im Notfall die Anwendung des Müllerschen Handgriffes den bedrohlichen Zustand schlagartig bessern. Die kollabierte Lunge wird mit der Hand oder mit einem Instrument in die Thoraxwunde gezogen. Somit wird ein vorläufiger Wundverschluß erreicht und die Verziehung des Mediastinums ausgeglichen. Bei kleineren Verletzungen kann die Wunde durch einen luftdichten Heftpflasterverband vorläufig geschlossen werden. Nach der Schockbekämpfung erfolgt die operative Wundversorgung, da der Wunde der Brustwand eine wesentliche Bedeutung zukommt. WEBER berichtet, daß bei 85 Fällen offener Brustkorbverletzungen nur in ca. 60 % Verletzungen der Lunge bestanden.

Bei einfachen Stichverletzungen macht man einen luftdichten Wundverschluß nach den Regeln der allgemeinen Wundversorgung. Eine weitere stationäre Beobachtung ist jedoch angezeigt, da es im weiteren Verlauf zu lebensbedrohlichen Blutungen auch nach harmlos aussehenden Stichverletzungen kommen kann (GRILL). Bei erheblicher Zerfetzung und Verunreinigung der Wunde empfiehlt ZENKER die verzögerte primäre Wundnaht, wobei nach sorgfältiger Wundausschneidung und gegebenenfalls Entfernung eingedrungener Fremdkörper und Knochensplitter die tiefen Schichten der Wunde luftdicht vernäht werden. Erst nach 4 bis 5 Tagen werden Haut und Unterhautfettgewebe mit breitfassenden Nähten zusammengezogen. Der Eingriff wird mit Anlage einer Bülau-Drainage beendet (ZENKER).

Für die Behandlung des Pneumothorax und des Haematothorax gelten prinzipiell die gleichen Grundsätze wie bei geschlossenen Brustkorbverletzungen. Eine Thorakotomie ist nur dann indiziert, wenn die Blutung sicher aus einem großen Gefäß kommt oder nach einer Herzverletzung auftritt, oder wenn ein Anhalt für eine Bronchialverletzung gegeben ist. NOVAK nimmt dann die Verletzung eines großen Gefäßes an, wenn sich nach vollkommener Entleerung innerhalb kurzer Zeit wieder mehr als 1 1/2 - 2 Liter Blut in der Pleurahöhle ansammeln. Nach WEBER ist der Punktionsbehandlung der Vorzug vor der Bülau-Drainage zu geben. Während des Koreakrieges wurde festgestellt, daß Infektionen nach Dauerdrainage 11 1/2 mal häufiger als nach wiederholter Punktion auftraten (WEBER). NOVAK berichtet über 103 Lungenschüsse, bei denen in 85 Fällen (82,6 %) ein Haemato- oder Haematopneumothorax vorlag. Nur in 2 Fällen wurde eine Thoraktomie durchgeführt. Bei dem Untersuchungsmaterial von WEBER hatten 78,8 % (Gesamtzahl 85 Fälle) einen Haematothorax. 4 mal wurde thorakotomiert, es zeigte sich jedoch, daß die Schwere der Verletzung der Größe dieses Eingriffes nicht adäquat war.

Man soll aber trotzdem bei Verdacht auf größere intrathorakale Verletzungen mit der frühzeitigen Thorakotomie nicht zögern, da das Ausmaß der Verletzungen innerhalb des Brustkorbs besser zu erkennen ist und dadurch die Mortalität gesenkt werden kann (HALLER).

Nebenverletzungen bei perkutanen Brustkorbtraumen:

Da in Friedenszeiten die meisten offenen Brustkorbverletzungen durch Stich- und kleinkalibrige Schußverletzungen verursacht werden (WEBER, REITTER), spielen gleichzeitige Verletzungen des Kopfes und der Extremitäten zahlenmäßig eine geringe Rolle, während sie bei stumpfen Thoraxtraumen die häufigsten Nebenverletzungen sind.

Von besonderer Bedeutung sind aber auch hier wieder die simultanen Thorax-Abdominalverletzungen. Wegen der anatomischen Gegebenheiten ist es möglich, daß durch einen einzigen Stich oder Schuß Bauch- und Brustraum verletzt werden können, in besonderen Fällen sogar Bauchraum und beide Brusthöhlen. Da das Zwerchfell in diesen Fällen mitverletzt ist, spricht man von kommunizierenden Mehrhöhlenverletzungen. Nicht kommunizierende Mehrhöhlenverletzungen sind z.B. durch multiple Messerstiche möglich. Nach Schußverletzungen sind nicht selten Bauch und Brustkorb verletzt.
BLACKBURN berichtet über 550 Bauchschüsse; bei ihnen waren in 144 Fällen (= 26,2 %) Brustorgane beteiligt (zit. nach REITTER).

Die Gefahren, die dem Thoraxverletzten zusätzlich durch die gleichzeitige Bauchverletzung drohen, sind Blutungen aus Leber, Milz und Mesenterialgefäßen in die Bauchhöhle und die Peritonitis, die durch die Eröffnung von Magen, Darm, Gallen- oder Harnblase entstehen kann.

Kommuniziert der Bauchraum bei gleichzeitiger Zwerchfellverletzung mit einer Pleurahöhle, kann es zur Ausbildung eines Pleuraempyems kommen. In selteneren Fällen kann sogar ein Cholothorax entstehen (GRILL).

Bei nicht perforierenden Schuß- und Stichverletzungen des Brustkorbs ist es oft schwierig festzustellen, ob der Bauchraum mit seinen Organen auch betroffen ist, da die Richtung der Gewalteinwirkung bzw. der Schußkanal selten bekannt ist und nur geringgradig verletzte Bauchorgane anfangs völlig erscheinungsfrei sein können (REITTER). Immer sollte versucht werden, eine mögliche Zwerchfellverletzung auszuschließen, da sie noch nach Jahren zu Beschwerden Anlaß geben kann (KÜMMERLE). Sobald es der Zustand des Verletzten erlaubt, muß eine Röntgenübersichtsaufnahme von Brustkorb und Bauch angefertigt werden (REITTER).

Die topographische Lage von Wirbelsäule und Rückenmark erklärt es, daß Schuß- und Stichverletzungen des Brustkorbs, ähnlich den stumpfen Thoraxtraumen, nicht selten zu deren Verletzung, häufig mit neurologischen Ausfällen, führen.

V. Behandlungsergebnisse und Spätfolgen der offenen und geschlossenen Brustkorbverletzungen:

Ventilation, Gasaustausch und Kreislauf werden unmittelbar nach dem Unfall durch das Thoraxtrauma beeinträchtigt. Nach Überwindung des akuten Zustandes und der Ausheilung der Verletzungen kann eine Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit zurückbleiben, wenn an irgendeinem Teil des Atmungs-

apparates Veränderungen entstanden sind, die die Ventilation oder den Gasaustausch in den Alveolen behindern; denn die energieliefernden Prozesse des Organismus sind als sauerstoffverbrauchende Vorgänge von der Intaktheit der äußeren Atmung abhängig (HARMS und RODEWALD).
Die äußere Atmung kann nun dadurch behindert sein, daß die normalen Atembewegungen des Zwerchfells und der Brustwand eingeschränkt sind. Dies wird durch Pleuraschwarten und Pleuraverwachsungen, durch deform, mit Brückenkallus oder durch mit Einengung einer Brustkorbhälfte verheilte Rippenfrakturen oder durch eine unstabile Brustwand infolge von Rippenpseudarthrosen verursacht. Auch können etwa bestehende Schmerzen bei Rippen- und Brustbeinpseudarthrosen oder Schmerzen infolge einer Intercostalneuralgie nach Rippenfraktur die Atembewegungen des Brustkorbs einschränken.

Aber auch Veränderungen an den Lungen selbst, die eine Störung des Belüftungs-Durchblutungsverhältnisses (HARMS) zur Folge haben, etwa chronische pneumonische Veränderungen, Atelektasen, Verlust von Lungenteilen oder Bronchusstrikturen, führen zu einer verminderten Sauerstoffaufnahme und damit zu einer Leistungsminderung des Verletzten.
Bei der Feststellung der Unfallspätschäden nach Brustkorbverletzungen ist der Nachweis der anatomischen Veränderungen und der klinischen Erscheinungen oft nicht ausreichend. Auch die normalen spirometrischen Untersuchungen (Vitalkapazität, Atemgrenzwert) lassen die Veränderungen nach einseitigen Brustkorbverletzungen - nach LÖHR sind Brustkorbverletzungen so gut wie immer einseitig - nicht immer erkennen. Es kann nach einseitigen Thoraxverletzungen und normalen spirometrischen Summenwerten deshalb nicht auf eine normale Belüftung der verletzten Seite geschlossen werden (HARMS und RODEWALD).
In solchen Fällen wird die Bronchospirometrie empfohlen (LÖHR, WASSNER, HARMS und RODEWALD). Da diese Untersuchungen aber noch keine Aussage über möglicherweise vorhandene Störungen des Gasaustausches mit verminderter Sauerstoffaufnahme des Blutes erlauben, können in manchen Fällen nur arterielle Blutgasanalysen Klärung bringen (HARMS).

Besonders problematisch können Feststellung bzw. Ausschluß von Unfallfolgen bei bereits vorgeschädigten Lungen und bei älteren Menschen sein, die schon vor dem Unfall wegen eines Emphysems, eines altersstarren Thorax oder einer Pulmonalsklerose eine Einschränkung der Lungenleistung innehatten (WASSNER, HARMS). Um diese Fälle sicher abzuklären, ist nach WASSNER die getrennte bronchospirometrische Untersuchung beider Lungen unerläßlich, da in der Regel chronische Erkrankungen beide Lungen gleichmäßig betreffen. Man muß jedoch auch hier der Thoraxverletzung die Bedeutung einer Verschlimmerung einräumen, da sie dem Verletzten die Kompensationsmöglichkeit nehmen kann (HARMS und RODEWALD).

Reine Brustkorbkontusionen ohne weitere Komplikationen von Seiten der inneren Organe hinterlassen keinen Dauerschaden; LÖHR konnte 12 Monate nach dem Unfall in keinem Fall unfallbedingte Folgezustände nachweisen. Ebenso verhält es sich mit der sog. Kontusionspneumonie, wenn sich auch im Ablauf des ersten Unfalljahres ein schädigender Einfluß nicht ausschließen läßt (LÖHR).

Anders ist es bei Rippenfrakturen. Sie heilen zwar in der Regel knöchern aus, obwohl eine absolute Ruhigstellung nicht möglich ist, es kann jedoch nach ausgedehnten Rippenserienbrüchen mit Verschiebung der Bruchenden zu einer Einengung der betreffenden Brustkorbhälfte kommen. Übermäßige Kallusbildung oder Brückenkallus können die Beweglichkeit der Brustwand erheblich einschränken.
Pseudarthrosen der Rippen nach traumatischen Rippenbrüchen sind relativ selten, häufiger werden Pseudarthrosen der 1. Rippe nach sog. Ermüdungsbrüchen und Hustenfrakturen beschrieben. BALL (1959) fand in der Literatur nur zwei Veröffentlichungen über Pseudarthrosen der übrigen Rippen, wovon es sich einmal um die Feststellung bei der Obduktion handelte. Das andere Mal kam es zur Ausbildung von Pseudarthrosen der 8. - 10. Rippe nach Rippenserienfraktur (LEAVITT). Begünstigend bei der Entstehung von Falschgelenken nach Rippenbrüchen wirken chronischer Husten, Osteoporose und Pleuraschwarten, wobei ein Rippenfragment durch die Pleuraverwachsungen fixiert wird, während das andere Fragment an den Atemexkursionen teilnehmen kann (LEAVITT zit. nach BALL).
BALL beschreibt eine Pseudarthrose der 11. Rippe. Durch ihre anatomische Lage (nicht mit den übrigen Rippen verbunden, Ansatz von Zwerchfell und lumbaler Muskulatur) scheinen Frakturen dieser Rippe eher zur Pseudarthrosenbildung zu neigen.

Die Brustbeinfraktur zeigt ebenso wie die Rippenfraktur eine gute Heilungstendenz. Selbst deform verheilte Brüche sind funktionell im allgemeinen bedeutungslos (GRILL). In seltenen Fällen kann es aber zur Ausbildung einer Pseudarthrose kommen. Nach Untersuchungen von KAULBACH und KREBS wurde in 41 Fällen mit Brustbeinfraktur einmal eine Falschgelenkbildung festgestellt. Nach EBERHARDT sind vor allem die Brüche im mittleren und unteren Drittel gefährdet und zwar infolge der unterschiedlichen Drehrichtung der Rippen und der Gegensinnigkeit der respiratorischen Muskeln. SCHÖNBAUER beschreibt einen Fall von Brustbeinpseudarthrose kaudal der Brustbeinmitte. Die aneinander reibenden Pseudarthrosenenden verursachten erhebliche Schmerzen.

Von den primären Verletzungsfolgen der intrathorakalen Organe ist der Haemathorax die häufigste Ursache von Spätfolgen nach Thoraxverletzungen. Da nur ganz kleine Blutergüsse vollständig resorbiert werden können, es bei grö-

ßeren aber immer zur Gerinnselbildung mit anschließender bindegewebiger Organisation kommt (BRUNNER), ist die einzige Möglichkeit, Schwartenbildungen zu verhindern, die frühzeitige Entleerung des Haematothorax (BRUNNER, SPATH, ZENKER u. a.).
Durch die Pleuraschwarte und durch Verwachsungen der Pleurablätter wird die Beweglichkeit von Lunge und Zwerchfell stark eingeschränkt und dadurch die Lungenventilation herabgesetzt. Durch die Umklammerung des Herzbeutels kann die Herztätigkeit hochgradig geschädigt werden (BRUNNER). Die später einsetzenden Schrumpfungsvorgänge der Pleuraschwarten führen zu Verziehungen des Zwerchfells und des Mediastinums, in ausgeprägten Fällen entstehen sogar Verbiegungen der Wirbelsäule (AHRER).
Abgesehen von der Schwartenbildung droht dem nicht vollständig entleerten Haematothorax die Infektion (Pleuraempyem). Besonders gefährdet sind offene Brustkorbverletzungen, die Keime können jedoch auch anläßlich einer Punktion oder auf dem Blut- und Lymphweg eingeschleppt werden (BRUNNER).

Schwierigkeiten kann die Beurteilung von Verletzungsfolgen am Herzen bereiten, da wiederum die Möglichkeit des zufälligen Zusammentreffens von Trauma und schon bestehenden Herzleidens möglich ist. Die einfache Commotio cordis, bei der sich die Symptome meist schon nach 24 Stunden zurückbilden und die EKG-Veränderungen sich im Laufe von 2 - 3 Wochen normalisieren (KAULBACH und KREBS) läßt keine Spätfolgen erwarten.
Kontusionelle Schädigungen des Herzmuskels können dagegen schwere Reizbildungs- und Reizleitungsstörungen hinterlassen. Nach FREY gehen etwa 25 % selbst bedrohlicher Formen ohne Dauerfolgen am Herzen aus (zit. nach KAULBACH).
Werden offene Herzverletzungen überlebt, so sind die Behandlungsergebnisse und Spätergebnisse als zufriedenstellend zu bezeichnen (BUCHBERGER). Die Spätfolgen hängen weitgehend von der Durchblutung des betroffenen Herzmuskelabschnittes ab und davon, ob es zu Verwachsungen des Herzens mit dem Herzbeutel, die eine Einschränkung der Herztätigkeit verursachen können, gekommen ist. BUCHBERGER berichtet, daß diejenigen Verletzten, die eine offene Herzverletzung überlebten, alle in gutem Zustand aus der Klinik entlassen werden konnten. Spätergebnisse konnte er noch von 16 Verletzten erhalten: von ihnen erreichten 13 wieder die volle Arbeitsfähigkeit.

AHRER, BUCHNER und KRONBERGER sowie NOVAK berichten über eine größere Zahl Thoraxverletzter, die, ohne daß eine Auswahl hinsichtlich des Schweregrades des ursprünglichen Traumas stattfand, nach 6 Monaten bis 3 Jahren (BUCHNER u. KRONBERGER) und nach ca. 4 Jahren (NOVAK) nachuntersucht wurden. Völlig beschwerdefrei waren bei AHRER 41,7 %, bei BUCHNER u. KRONBERGER 61,8 % und bei NOVAK 47,4 % der Untersuchten. Es zeigt sich

hierbei also eine gewisse Übereinstimmung.
Sowohl AHRER als auch NOVAK weisen auf die Probelmatik subjektiver Angaben hin. Die Mehrheit der angegebenen Beschwerden konnte bei NOVAK nur schwer als objektiv betrachtet werden. Auch AHRER stellte in einem hohen Prozentsatz eine starke Diskrepanz zwischen anzunehmenden und angegebenen Beschwerden fest. In den Gruppen der Verletzten mit leichten und mittelschweren Beschwerden hatten ungefähr die Hälfte der Verletzten primär nur leichte Traumen erlitten. Von den Verletzten mit mittelschweren Beschwerden hatte nur die Hälfte so schwere Verletzungen, daß diese die Beschwerden erklären könnten. Dagegen gab immerhin ein Drittel der Schwerverletzten keine subjektiven Beschwerden mehr an. Außerdem scheint bei entschädigungspflichtigen Unfällen eine gewisse Tendenz zur Überschätzung der Beschwerden zu bestehen (AHRER).
NOVAK gibt an, daß bei 6,4 % kein befriedigendes Heilungsergebnis erreicht wurde, d.h. es bestanden schwere subjektive Beschwerden trotz Berufswechsel bzw. Arbeitsunfähigkeit wegen der Verletzungsfolgen. In 27 % wurden mittelmäßige Heilungsergebnisse festgestellt. In diesen Fällen handelte es sich hauptsächlich um die mit Pneumothorax, Haematothorax und Commotio cordis verbundenen schweren stumpfen Thoraxtraumen. Bei den thorakalen Schußverletzungen wurden verhältnismäßig gute Ergebnisse erzielt.
Bei AHRER konnten 83,89 % wieder ohne Störungen ihren früheren Beruf aufnehmen, bei BUCHNER u. KRONBERGER waren es nur 52,4 %, jedoch wechselten nur 8,1 % wegen Unfallfolgen die Arbeit, bei den restlichen lagen andere Gründe vor (z.B. Erreichung der Altersgrenze).

VI. Statistische Untersuchungen am Krankengut des Unfallkrankenhauses Murnau

Von 1953 - Mitte 1966 kamen 644 Unfallverletzte mit Verletzungen am Brustkorb zur stationären Aufnahme im Unfallkrankenhaus Murnau (UKM). Diejenigen Verletzten, welche nur ambulant behandelt wurden, sind nicht miterfaßt.

Die Mehrzahl der Verletzten, nämlich 477 (74,1 %) waren schon in anderen Krankenhäusern behandelt worden und wurden ins UKM zur Weiterbehandlung überwiesen. 167 (25,9 %) kamen als Frischunfälle ins UKM.
In 615 Fällen (95,5 %) lag eine stumpfe Brustkorbverletzung vor, in 29 Fällen (4,5 %) verursachte ein perkutanes Trauma die Thoraxverletzung.
Die vorbehandelten Patienten, die aus den verschiedensten Gegenden zu uns gekommen sind, erscheinen besonders geeignet, einen allgemeinen Überblick über die Brustkorbverletzungen zu geben, da spezielle lokale Gegebenheiten der einzelnen Kliniken und Krankenhäuser hier einen Ausgleich erfahren. Ihnen werden unsere Frischverletzten gegenübergestellt.

Verletzte mit stumpfen Brustkorbverletzungen:

1. Gesamtzahl

Von den 615 Verletzten mit stumpfen Brustkorbverletzungen wurden 456 (74,1 %) bereits vorbehandelt, 159 (25,9 %) kamen als Frischunfälle.
Wie in allen Unfallstatistiken waren die Verletzten männlichen Geschlechtes weit in der Mehrzahl.

	Vorbehandelte Fälle	Frischunfälle
Männer	410 (= 89,9 %)	140 (= 88,1 %)
Frauen	46 (= 10,1 %)	19 (= 11,9 %)

Es findet sich also eine fast gleiche Geschlechtsverteilung bei den vorbehandelten Patienten und bei den Frischunfällen.

2. Altersgruppen

Bei den vorbehandelten Patienten ist ein stetiges Ansteigen der Zahl der Verletzten innerhalb der Altersgruppen festzustellen, wobei im VI. Dezennium mit 138 Fällen (= 30,3 %) die absolute Spitze erreicht wird. Das gleiche gilt auch bei den Frischunfällen, im VI. Dezennium 38 Fälle (= 23,9 %), hier ist jedoch im V. Dezennium ein geringer Rückgang zu beobachten.

	Vorbehandelte Fälle	Frischunfälle
I. Dezennium: bis 10 Jahre	-	-
II. Dezennium: 11-20 Jahre	17 = 3,7 %	12 = 7,5 %
III. Dezennium: 21-30 Jahre	58 = 12,7 %	28 = 17,6 %
IV. Dezennium: 31-40 Jahre	89 = 19,5 %	29 = 18,2 %
V. Dezennium: 41-50 Jahre	129 = 28,3 %	25 = 15,7 %
VI. Dezennium: 51-60 Jahre	138 = 30,3 %	38 = 23,9 %
VII. Dezennium: 61-70 Jahre	23 = 5,0 %	22 = 13,8 %
VIII. Dezennium: 71-80 Jahre	2 = 0,4 %	5 = 3,1 %
gesamt:	456 = 100 %	159 = 100 %

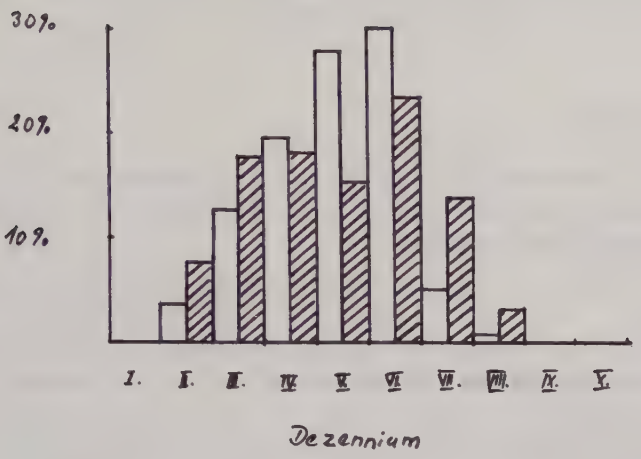


Abb. 4: Prozentuale Verteilung der vorbehandelten Fälle und der Frischunfälle auf die Altersgruppen

= vorbehandelte Fälle = Frischunfälle

3. Art der Unfälle

Da das UKM ein berufsgenossenschaftliches Unfallkrankenhaus ist, machen Arbeits- und Wegeunfall-Verletzte den Hauptteil des Krankengutes aus. Bei den vorbehandelten Patienten sind es 91,6 %, bei den Frischunfällen 80,5 %.

	vorbehandelte Fälle	Frischunfälle
Arbeitsunfälle	281 (= 61,7 %)	98 (= 61,6 %)
Wegeunfälle	137 (= 30,0 %)	30 (= 18,9 %)
Privatunfälle	38 (= 8,3 %)	31 (= 19,5 %)

In beiden Gruppen ist die prozentuale Beteiligung der Arbeitsunfälle gleich. Bei den vorbehandelten Patienten treten die Privatunfälle in den Hintergrund (8,3 %),

bei den Frischunfällen sind es immerhin fast 20 %, was sich daraus erklärt, daß Verletzte mit schweren privaten Straßenverkehrs- und Bergunfällen aus der Umgebung oft direkt ins UKM eingeliefert werden.

4. Unfallhergang

Gegenüber anderen Statistiken liegt die Zahl der Arbeitsunfälle, die sich nicht im Straßenverkehr ereigneten, relativ hoch, dies liegt jedoch, wie gesagt, an der besonderen Situation des UKM.

	vorbehandelte Fälle	Frischunfälle
Arbeitsunfälle (ohne Arbeitsunfälle im Verkehr)	221 = 48,5 %	97 = 61,0 %
Straßenverkehrsunfälle	232 = 50,9 %	49 = 30,8 %
Ski- und Bergunfälle	1 = 0,2 %	10 = 6,3 %
häusliche Unfälle	2 = 0,4 %	2 = 1,2 %
Segelflugzeugabsturz	-	1 = 0,6 %

Bei den vorbehandelten Patienten liegen die Straßenverkehrsunfälle mit 50,9 % an der Spitze, knapp gefolgt von den Arbeitsunfällen mit 48,5 %. Bei den Frischunfällen führen jedoch die Arbeitsunfälle deutlich mit 61,0 % gegenüber 30,8 % Straßenverkehrsunfällen. Naturgemäß spielen die Ski- und Bergunfälle infolge der geographischen Lage Murnaus bei den Frischunfällen eine größere Rolle. Häusliche Unfälle sind in unserem Krankengut ohne große Bedeutung.

Die meisten Verletzten des Straßenverkehrs waren PKW- und LKW-Insassen; bei den vorbehandelten Patienten waren es 33,6 %, bei den Frischunfällen 49,0 %. Die anderen Verkehrsteilnehmer verteilen sich ungefähr gleichmäßig.

Tab. 6 zeigt die an den Arbeitsunfällen am meisten beteiligten Berufsgruppen. In beiden Gruppen sind Maurer und Bauhilfsarbeiter mit 21,3 % bzw. 17,5 % etwa gleich beteiligt. Bei den Frischunfällen sind die landwirtschaftlichen Berufe mit 39,2 % die weitaus größte Berufsgruppe, während sie bei den vorbehandelten Fällen mit 5,9 % von geringerer Bedeutung sind.

Es erscheinen also Bauarbeiter, Zimmerer, Bahnarbeiter, Schlosser und LKW-Fahrer bei Verladearbeiten besonders gefährdet zu sein. In ländlichen Gegen-

	vorbehandelte Fälle	Frischunfälle
Maurer, Bauhilfsarbeiter	47 = 21,3 %	17 = 17,5 %
Zimmerer	25 = 11,3 %	5 = 5,2 %
Schlosser	18 = 8,2 %	-
Bahnarbeiter	18 = 8,2 %	5 = 5,2 %
Landwirte, landw. Arbeiter	13 = 5,9 %	38 = 39,2 %
Lkw-Fahrer (Verladearbeiten)	13 = 5,9 %	7 = 7,2 %
Steinbrucharbeiter, Bergleute	-	6 = 6,2 %
Arbeitsunfälle gesamt:	221 = 100 %	97 = 100 %

Tab. 6: Die prozentual häufigsten Berufsgruppen bei den Arbeitsunfällen

den sind landwirtschaftlich Beschäftigte in der Überzahl. Sie ziehen sich die Brustkorbverletzung im Umgang mit Großvieh und durch Stürze von Heuwagen und Heuboden zu.

5. Gewalteinwirkung

In auffallender Übereinstimmung liegt der Zusammenstoß im Straßenverkehr bei den vorbehandelten Patienten (23,4 %) und bei den Frischunfällen (25,2 %) an der Spitze. In einem relativ hohen Prozentsatz (18,9 %) konnte die Gewalteinwirkung bei den vorbehandelten Patienten nicht mehr genau festgestellt werden, es fanden sich nur noch Angaben wie Verkehrsunfall, Wege- oder Arbeitsunfall.

Das Ange- oder Überfahrenwerden ist bei den vorbehandelten Patienten fast doppelt so häufig wie bei den Frischunfällen. Der Sturz über 4 Meter ist ungefähr gleich häufig in beiden Gruppen (vorbehandelte Fälle: 10,3 %, Frischunfälle: 7,5 %), während der Sturz bis zu 4 Meter bei den Frischverletzten (17,0 %) mehr Bedeutung hat als bei den vorbehandelten Patienten (7,5 %). Herab- und umstürzende Gegenstände verursachen in 6,7 % der vorbehandelten und in 5,0 % der Frischunfälle die Brustkorbverletzung. Verschüttungen und Sturz zu ebener Erde haben bei den Frischunfällen prozentual etwas mehr Bedeutung.

Weit häufiger waren bei den Frischunfällen Brustkorbverletzungen durch Schlag oder Stoß von Tieren, sie machten immerhin etwas über 10 % aller frisch auf-

	vorbehandelte Fälle	Frischunfälle
Zusammenstoß	107 = 23,4 %	40 = 25,2 %
unbekannt	86 = 18,9 %	1 = 0,6 %
An-Überfahren-Überrolltwerden	62 = 13,6 %	11 = 6,9 %
Sturz über 4 Meter	47 = 10,3 %	12 = 7,5 %
Sturz bis 4 Meter	34 = 7,5 %	27 = 17,0 %
herab- oder umstürzende Gegenstände	31 = 6,7 %	8 = 5,0 %
Quetschung, Einklemmung	28 = 6,1 %	9 = 5,7 %
Sturz ohne Angabe der Höhe	20 = 4,4 %	6 = 3,8 %
Verschüttung	15 = 3,3 %	12 = 7,5 %
Maschinenverletzung	9 = 1,9 %	2 = 1,3 %
Sturz zu ebener Erde	6 = 1,3 %	12 = 7,5 %
Pkw-überschlagen	4 = 0,9 %	-
Anstoßen an Gegenständen	3 = 0,7 %	-
Schlag oder Stoß von Tieren	2 = 0,4 %	16 = 10,1 %
Treppensturz	2 = 0,4 %	2 = 1,3 %
Segelflugzeugabsturz	-	1 = 0,7 %
gesamt	456 = 100 %	159 = 100 %

Tab. 7: Art der Gewalteinwirkung

genommenen Brustkorbverletzten aus, was sich aus der ländlichen Umgebung Murnaus erklärt.

Neben dem Verkehrsunfall mit Zusammenstoß und Ange-Überfahrenwerden spielt der Sturz eine dominierende Rolle bei der Entstehung von Brustkorbverletzungen. Läßt man die Höhe des Sturzes unberücksichtigt, so waren von den vorbehandelten Brustkorbverletzungen 23,9 %, von den frischen sogar 37,1 % durch einen Sturz verursacht.

6. Verletzungen der Brustwand

	Vorbehandelte Fälle	Frischunfälle
Rippenserienfraktur	229 = 50,3 %	47 = 29,6 %
einzelne Rippenfrakturen	141 = 31,0 %	48 = 30,2 %
Brustkorbkontusion	41 = 9,0 %	46 = 28,9 %
Rippenserienfraktur bds.	21 = 4,6 %	2 = 1,3 %
Brustbeinfraktur isoliert	10 = 2,2 %	8 = 5,0 %
Rippenfrakturen einzeln bds.	6 = 1,3 %	3 = 1,9 %
Brustbeinfraktur + einzelne Rippenfrakturen	4 = 0,9 %	1 = 0,6 %
Brustbeinfraktur + Rippenserienfraktur	3 = 0,7 %	-
Brustbeinfraktur + Rippenserienfraktur bds.	1 = 0,2 %	-
Rippenserienfraktur + einzelne Rippenfrakturen auf der Gegenseite	-	4 = 2,5 %
gesamt:	456 = 100 %	159 = 100 %

Tab. 8: Die Verletzungen der Brustwand

Bei den vorbehandelten Patienten war die einseitige Rippenserienfraktur mit 50,3 % die häufigste Verletzung der Brustwand, gefolgt von einzelnen Rippenfrakturen mit 31,0 % und der einfachen Brustkorbkontusion ohne Frakturen mit 9,0 %. Bei den Frischunfällen ergibt sich ein anderes Bild, hier waren Rippenserienfraktur, einzelne Rippenfrakturen und Brustkorbkontusion ungefähr gleichmäßig verteilt. Nimmt man alle Patienten mit Rippenserienfrakturen zusammen, so hatten 56,6 % aller vorbehandelten Patienten und 33,3 % aller Frischunfälle Rippenserienfrakturen.

Von den vorbehandelten Patienten hatten 4 % Brustbeinfrakturen, von den Frischunfällen 5,7 %. Bei den Vorbehandelten mit Frakturen am Thoraxskelett machten die Brustbeinfrakturen 4,3 %, bei den Frischverletzten 8,8 % aus.

Die 1. Rippe war in 36 Fällen bei den vorbehandelten Verletzten gebrochen,

das sind 9 % aller Verletzten mit Rippenbrüchen. 7 mal war sie isoliert ohne andere Rippenverletzungen betroffen. Bei den Frischunfällen war die 1. Rippe in 4 Fällen, gleich 3,8 % aller Fälle mit Rippenfrakturen, gebrochen.

7. Intrathorakale Folgen der Brustkorbverletzung

	Vorbehandelte Fälle	Frischunfälle
Haematothorax	28	6
Haematopneumothorax	3	1
Haematothorax + Hautemphysem	2	1
Haematothorax + Spannungspneu	1	-
Haematopneu + Hautemphysem	1	-
Pneumothorax	12	3
Pneumothorax + Hautemphysem	2	3
Spannungspneu + Hautemphysem	1	-
Spannungspneu + Hautemphysem + Mediastinalemphysem	1	2
Hautemphysem	13	5
gesamt:	64	21

Tab. 9: Die Fälle mit intrathorakalen Komplikationen nach der Brustkorbverletzung

Bei den vorbehandelten Patienten lag in 35 Fällen ein Haematothorax (7,7 % aller vorbehandelten Brustkorbverletzten), bei den Frischunfällen in 8 Fällen (5,0 % aller Frischunfälle mit Brustkorbverletzungen) vor. Bei den vorbehandelten Patienten war er 5 mal, bei den Frischunfällen war er einmal mit einem Pneumothorax kombiniert.

Ein Pneumothorax fand sich bei den vorbehandelten Patienten 21 mal (4,6 % der Gesamtzahl), bei den Frischunfällen 9 mal (5,7 %). Davon handelte es sich bei den vorbehandelten Patienten 3 mal, bei den Frischunfällen 2 mal um einen Spannungspneumothorax, der bis auf eine Ausnahme immer mit

einem Haut- oder Mediastinalemphysem kombiniert war.

Bei 20 (4,4 %) der vorbehandelten Patienten und 11 Verletzten (6,9 %) der Frischunfälle kam es infolge der Brustkorbverletzung zur Ausbildung eines Hautemphysems. Bei den vorbehandelten Patienten bestand in 5 Fällen (25 %) gleichzeitig ein Pneumothorax, bei den Frischunfällen in 5 Fällen (45 %).

64 der vorbehandelten Verletzten und 21 Verletzte der Frischunfälle, bei denen es infolge der Brustkorbverletzung zu einem Haematothorax, Pneumothorax, Haut- oder Medialstinalemphysem oder zu einer Kombination dieser Befunde gekommen war, hatten folgende Verletzungen der Brustwand:

	Vorbehandelte Fälle	Frischunfälle
Rippenserienfraktur	51 = 79,8 %	9 = 42,8 %
Kontusion ohne Fraktur	8 = 12,5 %	4 = 19,0 %
einzelne Rippenfrakturen	5 = 7,8 %	6 = 28,6 %
Brustbeinfraktur	-	2 = 9,5 %
gesamt:	64 = 100 %	21 = 100 %

An der Spitze steht in beiden Gruppen die Rippenserienfraktur, wenn sie auch bei den vorbehandelten Patienten fast doppelt so häufig ist. Die Brustkorbkontusion ohne Frakturen macht in beiden Gruppen einen ähnlichen Prozentsatz aus. Es zeigte sich nun, daß die Verletzten mit obengenannten Befunden ohne gleichzeitige Frakturen des Thoraxskelettes ein wesentlich niedrigeres Durchschnittsalter hatten als diejenigen Verletzten, bei denen obengenannte Befunde und gleichzeitig Frakturen am Thoraxskelett vorlagen.

	Vorbehandelte Fälle	Frischunfälle
Haematothorax etc. + Rippenfrakturen	43 Jahre	49 Jahre
Haematothorax ohne Rippenfrakturen	27 Jahre	31 Jahre

Tab. 10: Durchschnittsalter der Patienten mit Haematothorax etc.

Traumatische Herzmuskelschädigung:

Bei den vorbehandelten Patienten kam es infolge der Gewalteinwirkung in 6 Fällen zu einer nachweisbaren Schädigung des Herzmuskels, die sich in Reizleitungs- und Reizbildungsstörungen äußerte. In allen 6 Fällen lagen auch Frakturen des Thoraxskelettes vor, davon in 2 Fällen Frakturen des Brustbeins.

Bei der Entlassung aus dem UKM, die durchschnittlich 10 Monate nach dem Unfall erfolgte, waren die Erscheinungen von Seiten des Herzens in 3 Fällen nicht mehr nachweisbar, in 3 Fällen bestanden noch Störungen am Reizleitungssystem des Herzens. Bei den Frischverletzten konnten keine sicheren traumatischen Herzmuskelschädigungen nachgewiesen werden.

Zwerchfellverletzungen:

Im gesamten Krankengut konnten 3 Zwerchfellverletzungen nach Stumpfer Brustkorbverletzung beobachtet werden. Bei dem vorbehandelten Patienten, die Verletzte wurde von einem Pkw angefahren, handelte es sich um eine linksseitige Zwerchfellruptur, wobei der Magen in die linke Brusthöhle vorgefallen war. Gleichzeitig bestanden linksseitige Rippenserienfrakturen und eine Milzruptur.

Unter den Frischunfällen befand sich je eine links- und eine rechtsseitige Zwerchfellruptur. Der Verletzte mit der linksseitigen Ruptur, er wurde im Bergwerk von Gesteinsmassen verschüttet, verstarb am Tag nach dem Unfall an den Folgen der zugleich erlittenen Querschnittslähmung. Neben der Zwerchfellruptur mit Vorlagerung der Milz und des oberen Teiles des Magens bestanden Rippenbrüche beiderseits, ein Pneumothorax links und Frakturen der Lendenwirbelsäule.

Die rechtsseitige Zwerchfellruptur entstand nach Absturz bei einer Bergtour. In diesem Fall kam es zu einem partiellen Lebervorfall, wobei sich die oberen Leberanteile durch den Zwerchfelldefekt pilzförmig in den rechten Thoraxraum vorwölbten. Bei der einige Tage nach dem Unfall durchgeführten Thorakotomie konnten die vorgefallenen Anteile der Leber reponiert und die Zwerchfellruptur verschlossen werden.

8. Nebenverletzungen:

Von den vorbehandelten Patienten hatten 94,3 % Nebenverletzungen, von den Frischunfällen 83,0 %.

Es konnte festgestellt werden, daß Nebenverletzungen bei Straßenverkehrsunfällen häufiger waren als bei Arbeitsunfällen. Vor allem der Schädel ist bei Ver-

	Vorbehandelte Fälle	Frischunfälle
Schädel	239 = 52,5 %	60 = 37,9 %
obere Extremität [1)]	217 = 47,7 %	46 = 29,0 %
untere Extremität	194 = 42,6 %	30 = 18,9 %
Wirbelsäule	115 = 25,2 %	25 = 15,7 %
Becken	62 = 13,6 %	18 = 11,3 %
Bauch	45 = 9,9 %	33 = 20,8 %
allgemeine Körperprellung	-	4 = 2,5 %
keine Nebenverletzungen	26 = 5,7 %	27 = 17,0 %

Tab. 11: Häufigkeit von Nebenverletzungen an den einzelnen Körperteilen, (1) mit Schultergürtel)

kehrsunfällen häufiger betroffen als bei Arbeitsunfällen. Da der Verkehrsunfall bei den Frischverletzten von zahlenmäßig geringerer Bedeutung als der Arbeitsunfall ist, sind Schädelverletzungen bei den Frischunfällen seltener.

Im Gegensatz dazu war die Wirbelsäule bei den Arbeitsunfällen häufiger beteiligt, was dem Sturz als häufigstem Unfallmechanismus bei der Arbeit entspricht.

Besonders seien noch die Verletzungen des Schultergürtels und der Brustwirbelsäule genannt, da beide in besonders enger Beziehung zum Thoraxskelett stehen.

Schlüsselbein oder Schulterblatt oder beide zusammen waren in 60 Fällen (= 13,2 % der Gesamtzahl) der vorbehandelten Patienten und in 19 Fällen (12,0 %) der Frischverletzten gebrochen. Die Brustwirbelsäule war in 58 Fällen (= 12,7 %) der vorbehandelten Patienten und in 14 Fällen (= 8,8 %) der Frischverletzten verletzt. Besonders häufig waren Frakturen der Brustwirbelsäule bei gleichzeitiger Brustbeinfraktur. Von den 18 vorbehandelten Patienten mit Brustbeinfraktur hatten 6 Verletzte (33,3 %) Frakturen der Brustwirbelsäule, von den 9 Frischverletzten 2 Brustbeinfrakturen (22,2 %).

Der höhere Prozentsatz von Nebenverletzungen, vor allem Verletzungen der Extremitäten, bei den vorbehandelten Patienten erklärt sich daraus, daß die meisten Verletzten zur Weiterbehandlung dieser Verletzungen ins UKM überwiesen wurden.

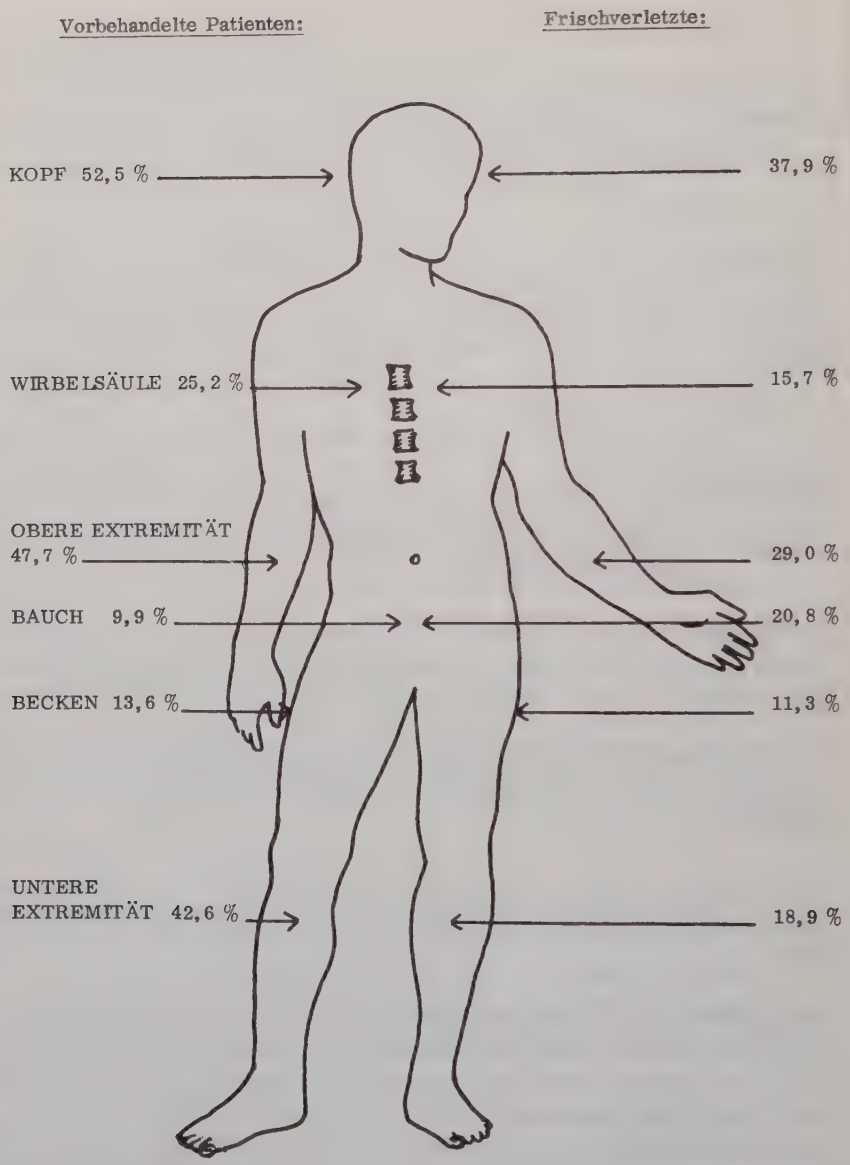


Abb. 5: Die prozentuale Beteiligung der einzelnen Körperteile nach stumpfen Brustkorbverletzungen

9. Mortalität:

Von den vorbehandelten Patienten starben 5 während der Behandlung im UKM (durchschnittlich 8 Monate nach dem Unfall). Der Tod wurde in keinem Fall durch die erlittene Brustkorbverletzung oder durch deren Folgen verursacht, sondern es waren Komplikationen, die sich nach schweren Nebenverletzungen einstellten: In 4 Fällen bestand eine Querschnittslähmung, in einem Fall eine Fisteleiterung des Hüftgelenks mit toxischer Allgemeininfektion.

Von den Frischverletzten starben 16 (10,0 % der Gesamtzahl). Zusätzlich starb eine Verletzte 7 Wochen nach dem Unfall an einem unfallunabhängigen Herzinfarkt.

6 Verletzte hatten neben der schweren Thoraxverletzung ein schweres Schädel-Hirntrauma, 2 Verletzte multiple Frakturen. Sie starben unter Zeichen des Herz-Kreislaufversagens oder der Fettembolie. 4 Verletzte hatten neben der Thoraxverletzung eine schwere Bauchverletzung, 2 Verletzte Frakturen der Brustwirbelsäule und 1 Verletzter eine schwere Bauchverletzung (Zwerchfellruptur, Milzruptur) und Frakturen der Lendenwirbelsäule. 1 Verletzter ohne Nebenverletzungen starb am 5. Tag nach dem Unfall an einer fulminanten Lungenembolie.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß 15 Verletzte (93,7 % aller Todesfälle) außer der Thoraxverletzung noch andere schwere Verletzungen hatten, die den Tod verursachten.

Überlebenszeit:	tot eingeliefert	1
	Tod am Unfalltag	5
	Tod am 1. Tag nach dem Unfall	2
	Tod am 2. Tag nach dem Unfall	3
	Tod am 5. Tag nach dem Unfall	1
	Tod am 6. Tag nach dem Unfall	3
	Tod am 8. Tag nach dem Unfall	1
	gesamt Todesfälle:	16

Daraus geht hervor, daß 37,5 % (6 Fälle) aller Todesfälle noch am Unfalltag starben. Innerhalb der ersten 6 Tage nach dem Unfall starben insgesamt 93,7 % (15 Fälle) aller Todesfälle.

10. Ergebnisse der Behandlung

Da die vorbehandelten Patienten durchschnittlich erst 1 1/2 Jahre nach dem Unfall, die Frischverletzten jedoch wesentlich früher aus der Behandlung des UKM entlassen wurden, werden die Behandlungsergebnisse dieser beiden Gruppen getrennt dargestellt.

Vorbehandelte Patienten:

Bei 101 (= 22,6 %) von 451 Verletzten (Gesamtzahl 456, abzüglich 5 Todesfälle) wurden bei der Entlassung Störungen der Atem- oder Kreislauffunktion festgestellt. Bei 350 Verletzten (= 77,4 %) fanden sich keine Erscheinungen von seiten der Lunge oder des Herzens mehr.

Ursprünglich fanden sich folgende Verletzungen der Brustwand:

	ohne Störungen	mit Störungen
Rippenserienfrakturen	147 = 42,0 %	78 = 77,2 %
Rippenserienfrakturen bds.	9 = 2,6 %	12 = 11,9 %
einzelne Rippenfrakturen	143 = 40,8 %	3 = 3,0 %
Brustbeinfrakturen	13 = 3,7 %	5 = 4,9 %
Brustkorbkontusion	38 = 10,9 %	3 = 3,0 %
gesamt:	350 = 100 %	101 = 100 %

In der Gruppe der Verletzten ohne Störungen der Atemfunktion lagen in 29 Fällen (= 8,3 %) auch Verletzungen der intrathorakalen Organe vor, oder sie wurden während des Verlaufes in Mitleidenschaft gezogen. In den Fällen mit Störung der Atem- oder Kreislauffunktionen waren es aber schon 62 Patienten (= 61,4 %).

Bei den 64 Verletzten, bei denen es infolge der Brustkorbverletzung zu einem Haematothorax, Pneumothorax oder Hautemphysem (oder zu einer Kombination dieser Befunde) kam, wurde nach Abschluß der Behandlung in 44 Fällen (= 62,5 % eine Störung der Atemfunktion festgestellt.

Die Hauptursachen der Funktionsstörung waren:

Pleuraschwarten	35 = 34,6 %
Einengung des Brustkorbs durch schlecht verheilte Rippenserienbrüche	31 = 30,6 %
Pleuraverwachsungen	28 = 27,8 %
Rippenpseudarthrosen	3 = 3,0 %
Herzfunktionsstörungen infolge traumatischer Herzmuskelschädigung	3 = 3,0 %
Brustbeinpseudarthrose	1 = 1,0 %
gesamt:	101 = 100 %

Die überwiegende Zahl der Frakturen des Thoraxskelettes verheilten knöchern fest. Bei 4 vorbehandelten Verletzten bildeten sich jedoch Rippenpseudarthrosen aus. Da in allen 4 Fällen ursprünglich Rippenserienfrakturen bestanden, kann gesagt werden, daß es in 1,6 % der vorbehandelten Brustkorbverletzten mit Rippenserienfrakturen (Gesamtzahl 254 Fälle) zu Falschgelenkbildung der Rippen kam. Eine Einschränkung der Atemfunktion aufgrund der Rippenpseudarthrosen bestand jedoch nur in 3 Fällen.

Verletzter I.E., männlich, 31 J.:
Rippenfraktur 6-9 rechts nach Sturz aus dem Fenster.

6 Monate nach dem Unfall Pseudarthrosenbildung der 7. und 8. Rippe mit typischen breitbasigen Veränderungen der Knochenenden mit fast 1 cm breitem Falschgelenkspalt.
Da der Verletzte erhebliche Beschwerden angab, wurden die Pseudarthrosen reseziert. Die histologische Untersuchung ergab knorpelig-bindegewebige Pseudarthrosen.

Verletzter N.J., männlich, 43 J.:
Rippenfraktur 3-9 links nach Angefahrenwerden von einem Pkw.
2 Jahre nach dem Unfall sind die Rippen 3-5 knöchern in normaler Stellung ausgeheilt, die Rippen 6-9 weisen ziemlich breite Pseudarthrosen auf.

Verletzter R. A., männlich, 54 Jahre:
Rippenserienfraktur 3-9 links nach Angefahrenwerden von einem Pkw. 1 1/2 Jahre nach dem Unfall sind die Rippenfrakturen 3-5 knöchern fest, an den Rippen 6-9 bestehen Falschgelenkbildungen.

Verletzter W. W., männlich, 42 Jahre:
Rippenserienfraktur 1-7 rechts, 2-8 links, Schlüsselbeinfraktur links nach Quetschung zwischen einer Lok und einer Mauer.
1 1/2 Jahre nach dem Unfall sind alle Rippenfrakturen knöchern fest verheilt bis auf die 2. Rippe links. Hier hat sich eine Pseudarthrose ausgebildet, ebenso am linken Schlüsselbein.

Eine Pseudarthrosenbildung nach Brustbeinfraktur wurde in 2 Fällen beobachtet, wobei in einem Fall zugleich noch eine penetrierende Brustkorbverletzung bestand. Da es sich bei der Brustbeinfraktur aber um den gleichen Frakturmechanismus wie bei einer stumpfen Verletzung handelte, sei der Fall hier erwähnt, obgleich er sonst zu den perkutanen Brustkorbverletzungen gezählt wurde. Die ursprüngliche Fraktur war im oberen Anteil des Brustbeines lokalisiert. 5 Jahre nach dem Unfall war das Brustbein bei Druck noch nach vorne und nach der Seite beweglich, es waren deutliche Reibegeräusche zu hören. In dem anderen Fall kam es zur Pseudarthrosenbildung nach Fraktur im mittleren Drittel, 8 Monate nach dem Unfall war beim Ein- und Ausatmen noch eine Verschiebung der Brustbeinenden gegeneinander sichtbar.

Nimmt man die Brustbeinfrakturen der vorbehandelten Patienten nach stumpfen und perkutanen Brustkorbverletzungen (Gesamtzahl 20) zusammen, so kam es in 10 % (2 Fälle) zur Ausbildung einer Pseudarthrose.

Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE):

Von den 418 Verletzten, die einer gesetzlichen Unfallversicherung angehörten, bestand bei 96 Verletzten (= 22,9 %) bei der Entlassung aus dem UKM eine MdE wegen Folgen der Brustkorbverletzung.

10 Verletzte	MdE von 20 %
9 Verletzte	MdE von 30 %
3 Verletzte	MdE von 40 %
1 Verletzter	MdE von 50 %
73 Verletzte	Bei ihnen bestand eine MdE wegen Folgen der Brustverletzung und anderen Verletzungsfolgen. Die Höhe der MdE wegen Folgen der Brustkorbverletzung betrug in diesen Fällen zwischen 10 % und 20 %.

390 Verletzte wurden bereits zur Feststellung der 1. Dauerrente untersucht. 334 Verletzte (= 85,6 %) erhielten eine Dauerrente, wegen Folgen der Brustkorbverletzung jedoch nur noch 28 Verletzte (= 7,2 %).

Soziale Rehabilitation:

Von den 418 Verletzten, die einer gesetzlichen Unfallversicherung angehören, konnten 203 (= 48,5 %) nach Abschluß der Behandlung ihre frühere berufliche Tätigkeit wieder aufnehmen.

133 Verletzte (= 31,8 %) mußten einen Arbeitsplatzwechsel vornehmen, davon wurden 10 Verletzte im Rahmen der Berufsfürsorge, bzw. Berufshilfe umgeschult. 33 Verletzte (= 7,9 %) nahmen keine Arbeit mehr auf. Sie waren zur Zeit des Unfalls bereits Altersrentner. 15 Verletzte (= 3,6 %) nahmen aus unbekannten Gründen keine Arbeit mehr auf, 29 Verletzte (= 6,9 %) erreichten keine Arbeitsfähigkeit mehr, 5 Verletzte starben vor Abschluß der Heilbehandlung.

Allein wegen der Folgen der Brustkorbverletzung mußten jedoch nur 11 Verletzte ihren Beruf wechseln, von denen einer vom Zimmermann zum Schreiner umgeschult wurde. 3 Verletzte, die kurz vor Erreichung der Altersgrenze standen, erhielten vorzeitig Altersrente. 14 Verletzte, das sind 3,4 % aller überlebenden Brustkorbverletzten, konnten also allein wegen der Folgen der Thoraxverletzung nicht mehr ihre alte berufliche Tätigkeit ausüben.

Frischunfälle:

Nach Abzug der 17 Todesfälle und 6 Verletzten, die durchschnittlich nach 10 Tagen in ein anderes Krankenhaus verlegt wurden - die Verlegung dieser Patienten in ein allgemeines Krankenhaus erfolgte, da der Kostenträger die Behandlungskosten des Unfallkrankenhauses Murnau nur bis zur Verlegungsfähigkeit der Verletzten übernahm - verblieben 136 Verletzte, die nach einer durchschnittlichen Behandlungsdauer von 6 Wochen aus der Behandlung des UKM entlassen wurden.

Bei 39 Verletzten (= 28,7 %) bestand noch eine Beeinträchtigung der Atemfunktion, bei 97 Verletzten (= 71,3 %) wurde keine oder nur eine unwesentliche Beeinträchtigung der Atemfunktion festgestellt.

Es zeigt sich, daß in der Gruppe ohne Störungen der Atemfunktion die Verletzten mit Brustkorbkontusion ohne Frakturen den größten Prozentsatz ausmachen (= 35,0 %), während in der Gruppe mit Störungen der Atemfunktion die Verletzten mit Rippenserienfrakturen (= 41,0 %) an der Spitze stehen.

Ursprünglich bestanden folgende Verletzungen der Brustwand

	Ohne Störungen	Mit Störungen
Rippenserienfrakturen	25 = 25,8 %	16 = 41,0 %
Rippenserienfrakturen bds.	-	1 = 2,6 %
einzelne Rippenfrakturen	33 = 34,0 %	13 = 33,4 %
Brustbeinfraktur	5 = 5,2 %	4 = 10,3 %
Brustkorbkontusion	34 = 35,0 %	5 = 12,8 %
gesamt:	97 = 100 %	39 = 100 %

In der Gruppe der Verletzten ohne Störungen kam es in 12 Fällen (= 12,4 %) auch zu einer Verletzung intrathorakaler Organe, oder sie wurden während des Verlaufes in Mitleidenschaft gezogen. Bei den Verletzten mit Störungen der Atemfunktion waren die intrathorakalen Organe in 27 Fällen (= 69,2 %) beteiligt.

Von den 21 Verletzten, bei denen es infolge der Brustkorbverletzung zu einem Haematothorax, Pneumothorax oder Hautemphysem (oder zu einer Kombination dieser Befunde) kam, starben 4 Verletzte. Bei den restlichen 17 Verletzten wurde nach Abschluß der Behandlung in 10 Fällen (= 58,9 %) eine Beeinträchtigung der Atemfunktion festgestellt.

Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE):

Von den 128 Verletzten, die einer gesetzlichen Unfallversicherung angehörten, starben 15. Von den verbleibenden 113 Verletzten bestand bei 35 (= 31,0 %) bei der Entlassung aus dem UKM eine MdE wegen Folgen der Brustkorbverletzung.

4 Verletzte	MdE von 10 %
1 Verletzter	MdE von 15 %
14 Verletzte	MdE von 20 %
3 Verletzte	MdE von 30 %
1 Verletzter	MdE von 60 %
1 Verletzter [1)]	MdE von 100 %

11 Verletzte — Die Höhe der MdE betrug bei ihnen wegen der Brustkorbverletzungsfolgen zwischen 10 % und 20 %, die Gesamt-MdE (es lagen in allen Fällen Nebenverletzungen vor) zwischen 30 % und 100 %.

Zu 1) Die vorübergehende Erwerbsunfähigkeit (MdE 100 %) in diesem Fall erklärt sich daraus, daß der Verletzte auf eigenen Wunsch vorzeitig aus der Behandlung entlassen wurde.

94 Verletzte wurden bereits zur Feststellung der 1. Dauerrente untersucht. 33 Verletzte (= 31,9 %) erhielten eine Dauerrente, wegen Folgen der Brustkorbverletzung jedoch nur noch 6 Verletzte (= 6,4 %).

Soziale Rehabilitation:

Von den 113 überlebenden Brustkorbverletzten der gesetzlichen Unfallversicherungen konnten 83 (= 73,4 %) ihre frühere berufliche Tätigkeit wieder aufnehmen. 15 Verletzte (= 13,3 %) mußten einen Arbeitsplatzwechsel vornehmen. 10 Verletzte (= 8,9 %), die zur Zeit des Unfalls bereits Altersrentner waren, nahmen keine Arbeit mehr auf. 5 Verletzte (= 4,4 %) erreichten keine Arbeitsfähigkeit mehr.

26,6 % aller Patienten der Frischunfälle mit Brustkorbverletzungen nahmen also ihre frühere berufliche Tätigkeit nicht mehr auf. Allein wegen Folgen der Brustkorbverletzung waren es 14 Verletzte (= 12,4 %).

Verletzte mit perkutaner Brustkorbverletzung

Bei 29 Verletzten (= 4,5 % aller Brustkorbverletzten des UKM) war die Brustkorbverletzung durch ein perkutanes Trauma verursacht. Davon wurden 21 Verletzte (= 72,4 %) bereits in anderen Kliniken oder Krankenhäusern vorbehandelt, 8 Verletzte (= 27,6 %) kamen als Frischunfälle ins UKM.

1. Altersgruppen, Geschlecht

Von den 29 Verletzten waren 28 männlichen, 1 weiblichen Geschlechts.

Die unter 40 Jahre alten waren mit 25 Fällen (= 86,3 %) weit in der Mehrzahl, während bei den stumpfen Brustkorbverletzungen die höheren Altersgruppen häufiger vertreten waren.

I. Dezennium	bis 10 Jahre	-
II. Dezennium	11 - 20 Jahre	5
III. Dezennium	21 - 30 Jahre	8
IV. Dezennium	31 - 40 Jahre	12
V. Dezennium	41 - 50 Jahre	4
gesamt:		29

2. Art der Unfälle, Unfallhergang

In 26 Fällen handelte es sich um Unfälle während der Arbeit oder um Unfälle auf dem Weg von oder zu der Arbeitsstelle. In 3 Fällen lag ein Privatunfall vor.

Arbeitsunfall	21
Wegeunfall	5
Privatunfall	3
gesamt:	29

Der Unfallhergang bei der Arbeit (ohne Arbeitsunfälle im Straßenverkehr) liegt mit 19 Fällen (= 65,5 %) deutlich an der Spitze, gefolgt vom Straßenverkehrsunfall (7 Fälle = 24,2 %). Verletzungen infolge von Tätlichkeiten lagen in 2 Fällen (= 6,9 %) und infolge eines Bergunfalles in 1 Fall vor.

Arbeitsunfälle (ohne Arbeitsunfälle im Verkehr)	19
Straßenverkehr	7
Tätlichkeit	3
Bergunfall	1
gesamt:	29

3. Gewalteinwirkung

Schuß	7
Zusammenstoß im Verkehr	5
Stich	4
Maschinenverletzung	4
Quetschung	3
sonstige	6
gesamt:	29

Von den 7 Schußverletzungen (24,2 % aller perkutanen Brustkorbverletzungen) wurden 5 durch Unfälle mit sog. Bolzenschußapparaten, 2 durch Pistolenschüsse verursacht. Die nächst häufige Gewalteinwirkung stellt der Zusammenstoß im Straßenverkehr mit 5 Fällen (= 17,2 %) dar. Stich- und Maschinenverletzungen waren mit je 4 Fällen gleich häufig. Die Quetschungen entstanden zweimal durch umstürzende schwere Eisenträger, einmal durch Erfaßtwerden von einem Baggergreifer. Die sonstigen Gewalteinwirkungen waren Sturz mit dem Moped, Absturz bei einer Bergtour, Sturz auf ein Glasdach, Angefahrenwerden, Verletzung durch herabfallende Steine und einmal durch eine abspringende Schleifscheibe.

4. Die Verletzungen der Brustwand

In 16 Fällen (= 55,2 %) kam es durch die Gewalteinwirkung zu einer penetrierenden Brustkorbverletzung, in 13 Fällen (= 44,8 %) hat die auftreffende Gewalt die Brustwand nicht vollständig durchbrochen und den Pleuraraum nicht eröffnet.

a) Ursachen der penetrierenden Verletzungen

Schuß	7
Zusammenstoß	3
in Kreissäge geraten	1
abspringende Schleifscheibe	1
von Eisenträger getroffen	1
Stich	1
Angefahrenwerden	1
Sturz vom Moped	1
gesamt:	16

In 6 Fällen bestanden auch Frakturen des Thoraxskelettes: 3 mal waren einzelne Rippen gebrochen, 3 mal lagen Rippenserienfrakturen vor, davon einmal zusätzlich eine Brustbeinfraktur.
In einem Fall war der Brustbeinhandgriff durch einen Schuß verletzt worden.

b) Ursachen der nicht penetrierenden Verletzungen

Maschinenverletzungen	3
Stich	3
Zusammenstoß	2
herabfallende Steine	1
Sturz auf Glasdach	1
Bergabsturz	1
von Baggergreifer erfaßt	1
von Eisenträger getroffen	1
gesamt:	13

Neben den Weichteilverletzungen lagen in 6 Fällen Frakturen des knöchernen Thoraxskelettes vor. Davon waren in 3 Fällen einzelne Rippen gebrochen, in 2 Fällen bestanden Rippenserienfrakturen und in einem Fall Rippenserienfraktur und Brustbeinfraktur.

Bei einer Stichverletzung kam es zur Durchtrennung der Art. mammaris int. ohne Verletzung der Pleura. Dieser Verletzte wurde aus der weiteren Umgebung herantransportiert und im UKM sofort operiert.

5. Die Verletzungen der intrathorakalen Organe

In 6 Fällen lag ein Haematothorax vor, der in 4 Fällen durch eine penetrierende Verletzung (2 Schußverletzungen, 1 Verletzung durch abspringende Schleifscheibe und 1 Verletzung durch einen umstürzenden schweren Eisenträger) verursacht wurde. In 2 Fällen mit Haematothorax bestand nur eine offene Brustwandverletzung ohne Brustraumeröffnung.

In 2 Fällen lag ein Haematopneumothorax vor, der beidesmal durch eine Schußverletzung verursacht wurde. Bei den 7 Schußverletzungen bestanden also in 4

Fällen entweder ein Haematothorax oder ein Haematopneumothorax.

In einem Fall nach Zusammenstoß im Straßenverkehr bestand ein breit offener Pneumothorax. Die Brustwand wurde bei diesem Patienten in einem auswärtigen Krankenhaus mit Drahtnähten verschlossen.

Der Abriß eines Oberlappenbronchus lag in einem Fall nach einem schweren Straßenverkehrszusammenstoß vor. In einem auswärtigen Krankenhaus wurde der Lungenoberlappen entfernt.

Eine Herzverletzung wurde in einem Fall beobachtet. Neben der offenen Brustkorbverletzung bestand eine Ruptur beider Herzkammern und eine Lungenruptur. Der Verletzte, der von einem Pkw angefahren worden war, wurde bereits tot ins UKM eingeliefert.

6. Nebenverletzungen

Nebenverletzungen	17 = 58,6 %
keine Nebenverletzungen	12 = 41,4 %
Kopf	6 = 20,7 %
Wirbelsäule	5 = 17,2 %
obere Gliedmaßen	7 = 24,2 %
untere Gliedmaßen	3 = 10,3 %
Becken	3 = 10,3 %
Bauch	2 = 6,9 %

In einem relativ hohen Prozentsatz (41,4 %) lagen keine Verletzungen an anderen Körperteilen vor. Es handelte sich hierbei um 4 Schußverletzungen, 2 Stichverletzungen, eine Verletzung durch abspringende Schleifscheibe, 3 Verkehrsunfälle, eine Verletzung durch einen umstürzenden schweren Eisenträger und einmal um eine Verletzung durch herabfallende Steine. Von den 6 Fällen mit Verletzungen am Kopf waren 3 durch Verkehrsunfälle, je einer durch Bergabsturz, Maschinenverletzung und umstürzenden schweren Eisenträger zustandegekommen.

In 5 Fällen waren eine Schußverletzung, 1 mal eine Stichverletzung für das

Entstehen einer kompletten Querschnittslähmung verantwortlich. Je einmal kam es zu Frakturen der Wirbelsäule durch Bergabsturz und durch Umstürzen eines schweren Eisenträgers. Bei 7 Fällen (= 24,2 %) bestand eine Verletzung der oberen Gliedmaßen. 4 mal entstand sie durch eine Maschinenverletzung, wobei es einmal zum Ausriß, einmal zur Durchtrennung des Oberarmes kam. 2 mal kam es zur Verletzung der oberen Gliedmaßen durch einen Verkehrsunfall, einmal durch einen herabfallenden Eisenträger.

Besonders erwähnt seien noch die simultanen Thorax-Abdominalverletzungen, die in 2 Fällen beobachtet wurden. Ein Verletzter erlitt bei einer Messerstecherei multiple Stichwunden an der Brust- und Bauchwand. Eine sichere Eröffnung des Pleuraraumes konnte nicht festgestellt werden, der Bauchraum war mehrfach eröffnet. Bei einem anderen Verletzten kam es durch einen Pistolenschuß zu einer kommunizierenden Zweihöhlenverletzung. Neben der Lunge waren die Milz, die linke Niere und der Dickdarm verletzt.

7. Mortalität

2 der 8 Frischverletzten überlebten die Verletzungsfolgen nicht. Ein Verletzter, er wurde von einem Pkw angefahren und gegen einen anderen Pkw geschleudert, erlitt so schwere Verletzungen am Brustkorb, daß bei der Einlieferung ins UKM nur noch der Tod festgestellt werden konnte. Der zweite Verletzte, er stürzte bei einer Bergtour ab, starb am 3. Tag nach dem Unfall unter den Zeichen des Herzversagens. Neben der schweren Brustkorbverletzung lagen ein schweres Schädel-Hirntrauma und Frakturen der Brustwirbelsäule vor.

8. Behandlungsergebnis, Minderung der Erwerbsfähigkeit und soziale Rehabilitation

Bei einem Verletzten der 6 überlebenden Frischverletzten bestand bei der Entlassung noch eine Einschränkung der Atemfunktion infolge von ausgedehnten Narbenbildungen am Rücken. Ihm wurde eine vorübergehende MdE in Höhe von 20 % zugebilligt. Eine Dauerrente erhielt auch er nicht mehr. Die übrigen 5 Verletzten zeigten bei der Entlassung keine Erscheinungen seitens der Brustorgane mehr.
Alle 6 Verletzten konnten ihre frühere berufliche Tätigkeit wieder aufnehmen.

Die 21 vorbehandelten Verletzten wurden durchschnittlich 1,8 Jahre nach dem Unfall aus der Behandlung des UKM entlassen. Bei 10 (= 47,7 %) bestand noch eine Einschränkung der Atemfunktion. Die ursprünglichen Verletzungen waren

in 4 Fällen Schußverletzungen, in 6 Fällen offene Brustkorbverletzungen durch Verkehrszusammenstoß (2 Fälle), durch umstürzende Eisenträger (2 Fälle), durch eine abspringende Schleifscheibe (1 Fall) und durch eine Kreissägenverletzung (1 Fall).

Eine Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) aufgrund der Verletzungsfolgen am Brustkorb oder an den Brustorganen bestand bei diesen Verletzten in folgender Höhe

MdE in Höhe von 10 % :	2 Verletzte
MdE in Höhe von 20 % :	5 Verletzte
MdE in Höhe von 30 % :	3 Verletzte

Alle Verletzten wurden bereits zur Feststellung der 1. Dauerrente untersucht. In 8 Fällen wurde eine Minderung der Erwerbsfähigkeit aufgrund der Folgen der Brustkorbverletzung zu diesem Zeitpunkt in folgender Höhe festgestellt:

MdE in Höhe von 10 % :	1 Verletzter
MdE in Höhe von 20 % :	5 Verletzte
MdE in Höhe von 25 % :	1 Verletzter
MdE in Höhe von 30 % :	1 Verletzter

Bei 8 Verletzten, das sind 29,6 % aller überlebenden Verletzten, deren Brustkorbverletzung durch ein perkutanes Trauma verursacht wurde, bestand noch 2 Jahre nach dem Unfall eine Minderung der Erwerbsfähigkeit. Da es sich in den 8 Fällen um eine penetrierende Brustkorbverletzung gehandelt hat, kann gesagt werden, daß bei 53,3 % der Verletzten mit einer penetrierenden Brustkorbverletzung 2 Jahre nach dem Unfall noch eine Minderung der Erwerbsfähigkeit bestand.

Von den 21 vorbehandelten Patienten konnten 13 Verletzte (= 62,0 %) ihre frühere berufliche Tätigkeit wieder aufnehmen, 3 Verletzte mußten einen Arbeitsplatzwechsel vornehmen und 5 Verletzte erreichten keine Arbeitsfähigkeit mehr. Der Grund des Arbeitsplatzwechsels bzw. der Arbeitsunfähigkeit waren in allen Fällen die Folgen schwerer Nebenverletzungen (3 Querschnittsverletzungen, 1 Schädel-Hirntrauma, 1 Unterschenkelamputation beiderseits).

VII. Zusammenfassung

Es wurden die Krankengeschichten von 644 Unfallverletzten des Unfallkrankenhauses Murnau mit Thoraxverletzung untersucht. In 95,5 % handelte es sich um stumpfe Thoraxverletzungen, in 4,5 % lag ein perkutanes Trauma vor.

Das männliche Geschlecht war mit 89,7 % weit in der Mehrzahl. Bei den stumpfen Brustkorbverletzungen waren die 51 - 60-jährigen prozentual am häufigsten beteiligt. Diejenigen Verletzten, welche ein perkutanes Trauma erlitten, waren im Durchschnitt jünger.

Besonders sei nochmals auf die Ursachen, die Nebenverletzungen, die Behandlung und auf das Behandlungsergebnis eingegangen.

1. Ursachen der Brustkorbverletzungen

Nach fast allen statistischen Untersuchungen wird die stumpfe Brustkorbverletzung am häufigsten durch Straßenverkehrsunfälle verursacht. In der Literatur folgt an 2. Stelle der Arbeitsunfall, nur nach einer Angabe (ZENKER) waren Arbeitsunfälle mit 49,0 % geringgradig häufiger als Straßenverkehrsunfälle (47,0 %). Im eigenen Verletztengut waren die stumpfen Brustkorbverletzungen bei den vorbehandelten Fällen in 50,9 % durch Straßenverkehrsunfälle und in 48,5 % durch Arbeitsunfälle verursacht. Bei den Frischunfällen dagegen waren die Arbeitsunfälle mit 61,0 % häufiger Ursache der Verletzung. Hier machten die Straßenverkehrsunfälle 30,8 % aus.

Der Zusammenstoß ist die Hauptverletzungsursache im Straßenverkehr. Am eigenen Verletztengut fand sich eine auffallende Übereinstimmung mit den Angaben von AHRER. Er fand in 22,03 % der klinischen Fälle einen Zusammenstoß als Ursache der Verletzung, im eigenen Verletztengut waren es 23,4 % bei den vorbehandelten Patienten und 25,2 % bei den Frischunfallverletzten. Eine weitere wichtige Rolle, vor allem der schweren Brustkorbverletzungen, spielt das Ange- und Überfahrenwerden.

Läßt man die Höhe des Sturzes unberücksichtigt, so stellt der Sturz die absolut häufigste Ursache der stumpfen Brustkorbverletzung dar. Im eigenen Untersuchungsgut waren es bei den vorbehandelten Patienten 23,9 %, bei den Frischverletzten 37,1 %, bei denen der Sturz zur Verletzung am Brustkorb führte. Bei AHRER waren es sogar 44,02 %.

Durch Arbeitsunfälle sind vor allem die Beschäftigten des Baugewerbes gefähr-

det. Sie waren bei den vorbehandelten Patienten mit 32,6 %, bei den Frischunfällen mit 22,7 % an den Arbeitsunfällen beteiligt. Infolge der ländlichen Umgebung Murnaus waren bei den Frischunfällen jedoch die landwirtschaftlich Beschäftigten mit 39,2 % am häufigsten vertreten.

Die offenen Brustkorbverletzungen treten in Friedenszeiten zahlenmäßig in den Hintergrund.

Nach WEBER werden sie zu 87,2 %, im eigenen Verletztengut zu 50 % durch Schuß- und Stichverletzungen verursacht. Relativ häufig waren auch penetrierende Brustkorbverletzungen nach Straßenverkehrszusammenstößen.

2. Nebenverletzungen

In allen statistischen Untersuchungen werden die Nebenverletzungen in einem hohen Prozentsatz angegeben. Im eigenen Untersuchungsgut fanden sich bei den vorbehandelten Patienten in 94,3 % Nebenverletzungen. Dieser hohe Prozentsatz, der über den Angaben anderer Untersucher liegt, erklärt sich daraus, daß von den vorbehandelten Verletzten der überwiegende Teil wegen Extremitätenverletzungen zur Weiterbehandlung ins UKM eingewiesen wurde. Von den Frischverletzten hatten 83,0 % auch Verletzungen an anderen Körperteilen, wobei auch geringfügige Verletzungen mitgezählt wurden.

Schädelverletzungen machen nach den Angaben aus der Literatur fast die Hälfte aller Nebenverletzungen aus. Von den vorbehandelten Verletzten des UKM hatten über die Hälfte auch Verletzungen am Schädel, von den Frischunfällen 37,9 %. Nach der Statistik von GÖGLER zeigt sich aber, daß der Schädel bei Thoraxverletzten nicht häufiger als bei der Gesamtzahl aller Unfallverletzten betroffen ist. Jedoch bedeutet das gleichzeitige Schädeltrauma eine besondere Gefährdung des Brustkorbverletzten.

Häufiger als bei der Gesamtzahl aller Unfallverletzten ist die Beteiligung des Abdomens und der Wirbelsäule nach stumpfen Brustkorbtraumen. Im eigenen Untersuchungsgut hatten 9,9 % der vorbehandelten Patienten und 20,8 % der Frischunfälle Bauchverletzungen. Nach den Untersuchungen von AHRER machten Bauchverletzungen 19,0 % der Nebenverletzungen aus.

Gegenüber den Ergebnissen anderer Untersucher waren die Verletzungen der Wirbelsäule im eigenen Krankengut, vor allem bei den vorbehandelten Patienten, besonders hoch, da ein Großteil dieser Verletzten wegen einer Querschnittslähmung ins UKM eingewiesen wurde.

Bei Brustkorbverletzungen, die durch ein perkutanes Trauma verursacht werden, sind Nebenverletzungen nicht so häufig. Im eigenen Krankengut hatten 58,6 % der Verletzten außer der Brustkorbverletzung noch Verletzungen anderer Körperteile. Bei Schuß- und Stichverletzungen erlangen vor allem gleichzeitige Verletzungen der Bauchhöhle und der Wirbelsäule mit dem Rückenmark Bedeutung. Verletzungen des Schädels, die nach stumpfen Thoraxtraumen die häufigste Komplikation darstellen, treten in diesen Fällen nicht in Erscheinung.

3. Die Behandlung der Brustkorbverletzungen

Ziel der Behandlung, gleichgültig ob eine offene oder geschlossene Brustkorbverletzung vorliegt, ist es, möglichst rasch die normale Atemfunktion wieder herzustellen.

Besondere Bedeutung hat die Ausschaltung des Schmerzes, um die durch ihn bedingte Hypoventilation zu beseitigen und dem Verletzten das Abhusten des Sekretes zu ermöglichen bzw. zu erleichtern. Des weiteren ist auf die Freihaltung der Atemwege zu achten und für genügend Sauerstoff-Zufuhr zu sorgen. Gelingt es durch diese Maßnahmen nicht, eine drohende Ateminsuffizienz zu verhindern, so muß der Verletzte endotracheal intubiert werden. Dadurch wird eine gründliche Reinigung des Bronchialsystems ermöglicht, es kann kontrolliert Sauerstoff zugeführt und, falls notwendig, jederzeit eine assistierte oder künstliche Beatmung vorgenommen werden. In solchen Fällen ist mit der frühzeitigen Tracheotomie nicht zu zögern. Hierdurch werden zusätzlich der Atemraum und der Atemwiderstand verkleinert. Ist ein Spannungspneumothorax - hier ist die sofortige Punktion der Pleurahöhle angezeigt - ausgeschlossen worden, so wird vor weiteren diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen die Schockbekämpfung eingeleitet. Aber nicht nur auf die Beseitigung des Schocks ist zu achten, sondern auch auf seine Verhütung, da er auch die Folge der sich entwickelnden Hypoxie sein kann.

Nach diesen Sofortmaßnahmen müssen intrathorakale Verletzungen ausgeschlossen werden. Von besonderer Bedeutung sind regelmäßige Röntgenaufnahmen, da sich ein Pneumo- oder Haematothorax noch nach Stunden oder Tagen ausbilden kann. Auf jeden Fall soll bei jeder Änderung des klinischen Befundes eine Röntgenkontrolle durchgeführt werden.

Ein geringgradiger Pneumothorax zwingt meist nicht zu aktivem Vorgehen, da die Luft resorbiert wird. Größere Luftansammlungen in den Pleurahöhlen werden durch Punktion entleert. Jeder Haematothorax muß möglichst frühzeitig beseitigt werden. Von vielen Autoren wird der mehrmaligen Punktion der Vor-

rang vor der Dauersaugdrainage gegeben, da die Infektionsgefahr geringer sei.

Bei der Behandlung von Rippen- und Brustbeinfrakturen ist vor allem der Frakturschmerz auszuschalten. Zahlreiche Autoren lehnen ruhigstellende Verbände ab, da durch sie die mechanische Atemleistung erniedrigt bleibt. In der ambulanten Behandlung haben diese Verbände jedoch ihre Berechtigung.

Eine durch Rippenstückbrüche oder durch doppelseitige Rippenserienbrüche bedingte Instabilität der Brustwand muß möglichst rasch beseitigt werden. Neben der manuellen und maschinellen Überdruckbeatmung kommen Pelottenverbände, Extensionsverbände und operative Maßnahmen in Betracht.

4. Das Ergebnis der Behandlung

Stumpfe Brustkorbverletzungen: Bei der Entlassung aus dem UKM bestanden bei 22,6 % der vorbehandelten Patienten und bei 28,7 % der Frischverletzten Störungen von seiten des Brustkorbs und der Brustorgane. Es ist jedoch zu betonen, daß die vorbehandelten Patienten durchschnittlich 1 1/2 Jahre, die Frischverletzten durchschnittlich 6 Wochen nach dem Unfall entlassen wurden. Ein unmittelbarer Vergleich ist also wegen der großen Zeitdifferenz nicht möglich.

Wichtiger als vorübergehende Funktionsstörungen sind die Dauerschäden. Diese wurden bei der Untersuchung zur Feststellung der Dauerrente festgestellt. Dabei erhielten 7,2 % der vorbehandelten Patienten und 6,4 % der Frischverletzten eine Dauerrente wegen verbleibender Schädigungen im Brustkorbbereich.

Perkutane Brustkorbverletzungen: Von den 6 überlebenden Frischverletzten erhielt nur 1 Verletzter eine vorübergehende Rente wegen ausgedehnter Narbenbildungen. Ein Dauerschaden blieb jedoch nicht zurück.

Ungünstiger ist das Heilungsergebnis bei den vorbehandelten Patienten. Hierbei handelte es sich aber meist um ursprünglich sehr schwere Verletzungen, oder es traten im Heilungsverlauf Komplikationen auf. Bei der Entlassung aus dem UKM, die durchschnittlich 1,8 Jahre nach dem Unfall erfolgte, bestand bei 47,7 % eine Einschränkung der Atemfunktion. Wegen Folgen der Brustkorbverletzung bezogen 29,6 % der Verletzten Dauerrente. Handelte es sich ursprünglich um eine penetrierende Verletzung, ist die Prognose noch ungünstiger: 53,3 % von ihnen erhielten eine Dauerrente.

VIII. Benutztes Schrifttum

Anonym: Abtransport und Behandlung von Thoraxverletzten
Wehrmediz. Mitteilung. 1/1962

AHRER, E.: Verletzungen des Brustkorbs im Frieden
Hefte zur Unfallheilkunde. 77 Springer-Berlin 1964

BALL, H.: Über die Pseudarthrose der unteren Rippen und deren Behandlung
Chirurg 30, 123-126 (1959)

BERNSHEIMER, A. und WILD, H.:
Verletzungen und Entzündungen der Lunge durch stumpfe Gewalt
Mschr. f. Unfallheilk. 53, 225-232 (1950)

BLAHA, H.: Verletzungen des Brustkorbs und der Lungen
Med. Klin. 55, 474 - 478 (1960)

Traumatische Bronchuslaesionen
Med. Klin. 59, 1261-1264 (1964)

BÖHLER, L.: Technik der Knochenbruchbehandlung
6. Auflage, W. Maudrich - Wien 1938

BREITNER, B.: Sportschäden und Sportverletzungen
2. Auflage - Enke-Stuttgart 1953

BRUNNER, A.: Sofortmaßnahmen und operative Versorgung bei Verletzung der Thoraxorgane
Unfallchir. Tagung 19./20.5.1962 Mainz/RH.

Die Behandlung des Haemothorax
Münchn. Med. Wschr. 98, 425-428 (1956)

BUCHNER, H. und KRONBERGER, D.:
Erfahrungen mit stumpfen Thoraxverletzungen
Chirurg 30, 483-487 (1959)

CARTER, R., WAREHAM, E., BREWER, L.A.:
Ruptur of the Bronchus Following Closed Chest Trauma
Am. J. Sur. 104 (1962)

COLOMBO, O.: Zum Problem der Verletzungen innerer Organe beim stumpfen Thoraxtrauma
Zbl. f. Chir. 88, 729-737 (1963)

CORNELEAC, E., RADAUCEANU, P. und COJOCARU, E.:
Zur Frage der Behandlung doppelseitiger Rippenserienfrakturen mittels Extension am Sternum nach D. FRANTZ
Zbl. f. Chir. 85, 711-716 (1960)

DAUGHTRY, D.C.: Management of Nonpenetrating Thoracis Injuries
Am. Surg. 23, 462-474 (1957)

DICK, W.: Thoraxverletzungen im Kindesalter
Lang. Arch. klin. Chir. 304, 595-607 (1963)

DREWES, J.: Zur Behandlung der Rippenserienfraktur
Zbl. f. Chir. 78, 683-684 (1953)

EBERHARDT, H.: Die pseudarthrosegefährdete Brustbeinfraktur
Arch. f. orth. u. Unfallchir. 53, 476-480 (1961)

ERNST, S. und PROBST, J.:
Fehler und Gefahren bei der Schock- und Kollapsbehandlung Unfallverletzter
Therapie d. Gegenw. 102, 285-300; 530-532; 655-663 (1963)

FRANTZ, D.: Über die Behandlung doppelseitiger Rippenserienfrakturen mittels einer Extension am Sternum
Zbl. f. Chir. 83, 1773-1779 (1958)

GÖGLER, E.: Unfallopfer im Straßenverkehr
Documenta Geigy, Series chir. 5 (1962)

GRILL, W.: Notfallchirurgie in der Thoraxhöhle
Med. Klin. 58, 312-315 (1963)

Die geschlossenen und offenen Verletzungen des Brustkorbes und der Brustorgane
Vorträge prakt. Chir. 74, Enke-Stuttgart 1966

GROSSE-BROCKHOFF, F.: Herztraumen durch stumpfe Gewalteinwirkung
Lang. Arch. klin. Chir. 282, 300 (1955)

GROSSKOPF, A. und MUSSGNUNG, G.:
Lungenverletzungen durch Bolzenschußapparat
Mschr. f. Unfallheilk. 68, 133-136 (1965)

GÜTGEMANN, A. und RICHTER, W.:
Berechtigung der Thorakotomie beim traumatischen Haematothorax
Zbl. f. Chir. 89, 1803-1814 (1964)

HALLER, J.A.: The Treatment of Single Gunshot Wounds of the Chest
Jour. of Trauma 2, 560-566 (1962)

HARMS, H. und RODEWALD, G.:
Die Bedeutung der Lungenfunktionsprüfung für die Begutachtung Rhoraxverletzter
Mschr. f. Unfallheilk. 66, 377-393 (1963)

HAUCH, H.-J.: Physiologie und Pathophysiologie der Atmung und des Kreislaufs und deren Funktionsprüfungen
in Klin. Chir. f. die Praxis Band II, S. 11-92
Thieme-Stuttgart 1961

HERNANDEZ-RICHTER, J.: Schußverletzungen des Brust- und Bauchraumes
Ergebn. Chir. und Orthop. Band XLV (1963)

HILTY, H.: Zur primären und sekundären Stabilisierung beim schweren Thoraxtrauma
Helv. Chir. Acta 32, 227-230 (1965)

HOFERICHTER, J.: Einfache Sofortmaßnahmen bei schweren Brustkorbverletzungen
Mschr. f. Unfallheilk. 64, 204-214 (1961)

HOLDER, E.: Beitrag zur späten Rekonstruktion der Bronchusruptur
Lang. Arch. klin. Chir. 293, 635-644 (1960)

HOLLE, F.: Grundriß der gesamten Chirurgie
7. Auflage Springer 1960

HORATZ, K.: Ursache und Behandlung des traumatischen Lungenkollapses
Anaesthesist 6, 304-305 (1957)

HUBER, P.: Über die Fraktur der 1. Rippe
Lang. Arch. klin. Chir. 179, 280 (1934)

HUTSCHENREUTER, K.: Anaesthesie und Notfallmedizin
Anaesthesiologie und Wiederbelebung 15
Springer 1966

ISELIN, H.: Von den Zwerchfellverletzungen und ihren Folgen den Zwerchfellhernien
Dtsch. Zschr. f. Chir. 88, 150-216 (1907)

JAEGER, F.: Über Zwerchfellbrüche
Arch. klin. Chir. 197, 511-557 (1940)

JENDRYSCHIK, A.H.: Rippenserien-Luxationen im Costo-Vertebralgelenk
Mschr. f. Unfallheilk. 67, 219-223 (1964)

JENNY, R.H.: Die Verletzung der Lunge
Thoraxchir. 12, 110-120 (1964)

JONASCH, E.: Zur Behandlung der Rippenbrüche
Münch. Med. Wschr. 103, 1026-1028 (1961)

KAULBACH, W.: Rippenfraktur und traumatische Pericarditis
Chirurg 28, 107-111 (1957)
- und GOMEZ-FERRER, F.: Thoraxverletzungen im Alter
Lang. Arch. klin. Chir. 285, 581-590 (1957)
- und KREBS, H.: Sternumfraktur und Herztrauma
Mschr. f. Unfallheilk. 63, 321-327 (1960)

KÖTELES, Gy., WEIN, G. und SZIRMAY, Zs.:
Brustbeinfrakturen im Kindesalter
Chirurg 33, 373-374 (1962)

KONRAD, R.M. und v. MALLINCKRODT, H.:
Die Zwerchfellruptur durch stumpfe Gewalteinwirkung
Zbl. f. Chir. 88, 602-616 (1963)

KRULL, F.: Eine seltene Brustkorbverletzung
Mschr. f. Unfallheilk. 59, 119 (1956)

KÜMMERLE, F.: Traumatische Zwerchfellbrüche bei stumpfen und offenen Brustkorbtraumen
Lang. Arch. klin. Chir. 284, 190 (1956)

- Über Brustkorb- und Zwerchfellverletzungen
Mschr. der Unfallmed. Tagung 4./5.3.1960
Freiburg/Br.

- und KLÖSS, J.: Rechtsseitige traumatische Zwerchfellverletzungen mit Leberprolaps
Thoraxchir. 5, 150-159 (1962)

LEDERGERBER, W.: und MARTI, H.R.: Ein durch Thorakotomie erfolgreich behandelter Fall von Herzruptur nach stumpfem Thoraxtrauma
Praxis 47, 487 - 490 (1958)

LEONARDIS, G. und POMIDORI, A.:
Problemi anestesiologici nei traumi gravi del torace
Minerva anest. 28, 359 - 363 (1962)

LICHTENAUER, F. und SPECHT, G.: Traumatische Lungenblutung
Chirurg 36, 218-222 (1965)

LOB, A.: Verletzungen des Brustkorbs
Manuskript

LÖHR, B. und SODER, E.: Über das Kontusionssyndrom und die funktionellen Spätschäden nach stumpfen Thoraxtraumen
Lang. Arch. klin. Chir. 281, 10-17 (1955)

MAJOR, H.: Der posttraumatische Lungenkollaps
Lang. Arch. klin. Chir. 284, 177 (1956)

- Die Chirurgie der Brustkorbverletzungen
Landarzt 36, 1207-1211 (1960)

MANN, J.W. und ECKMANN, L.:
Rechtsseitige zweizeitige Zwerchfellruptur
Schweiz. Med. Wschr. 92, 1068 (1962)

MATZANDER, U.: Die Behandlung der geschlossenen Rippenbrüche und der schweren Thoraxkontusion
Münchn. Med. Wschr. 105, 197-202 (1963)

MEESEN, H.: Pathologisch-anatomische Befunde bei Herztraumen
Lang. Arch. klin. Chir. 282, 288 (1955)

MEIER, A.L. und WOLFF, G.:
Zur Differentialdiagnose und Behandlung der Herztamponade nach stumpfen Thoraxtraumen
chir. prax. 7, 67-73 (1963)

NEFF, G.: Traumatischer Lungenkollaps und Pneumothorax
Helv. Chir. Acta 27, 353-361 (1960)

NEUDEL, G.: Die isolierte Fraktur der ersten Rippe
Mschr. f. Unfallheilk. 67, 207 (1964)

NISSEN, R.: Dringlichkeitskategorie bei Massenkatastrophen und Notfallhilfe bei Brust- und Bauchverletzungen
Zschr. f. Unfallmed. und Berufskrankh. 1/1961

NOVAK, J.: Erfahrungen über die konservative Behandlung der Thoraxschußverletzungen
Beitr. zur Orthop. und Traumatologie 10, 547-553 (1963)

- Zur Spätprognose von Thoraxverletzungen
Zbl. f. Chir. 89, 1087-1093 (1964)

OBERNDORFER: Zwerchfellschüsse und Zwerchfellhernien
Münchn. Med. Wschr. 51, 1426-1429 (1918)

OERTEL, O.: Leitfaden der topographischen Anatomie
S. Karger - Berlin 1927

PERTHES, G.: Über "Druckstauung"
Dtsch. Z. f. Chir. 75, 384-392 (1900)

POWELL, H.D.W.: Die moderne Behandlung unkomplizierter Rippenbrüche
Hippokrates 28, (1957)

PROBST, J.: persönliche Mitteilung

REIN, H. und SCHNEIDER, M.:
Einführung in die Physiologie des Menschen
13. und 14. Auflage Springer 1960

REITTER, H.: Zweihöhlenverletzungen im Frieden
Med. Klin. 57, 1082-1086 (1962)

RICHTER, W.: Genese, Symptomatik und Therapie von Sternumverletzungen
Mschr. f. Unfallheilk. 65, 402-412 (1962)

SCHACHERL, M.: Über das traumatische Lungenoedem nach stumpfen Thoraxtraumen
Mschr. f. Unfallheilk. 63, 386-390 (1960)

SCHÖNBAUER, H.R.: Pseudarthrose nach Brustbeinbruch
Zbl. f. Chir. 82, 1163-1164 (1957)

SCHRIRE, T.: Control of the Crushed Chest
Diseases of the Chest 44, 141-145 (1963)

SHAMBLIN, H.R. und McCOON, D.C.:
Acute Thoracic Compression with Traumatic Asphexia
Arch. of Surg. 87, 967-975 (1963)

SILETSKY, B.: Die stumpfe Thoraxverletzung
Inaugural-Diss. BG Unfallkrhs. Murnau München 1961

SOLHEIM, K.: Closed Thoracic Injuries
Acta chir. scand. 126, 546-557 (1963)
Referat aus Zentralorgan ges. Chir. 182, 41 (1964)

SPATH, F.: Die Chirurgie des Zwerchfells
Lang. Arch. klin. Chir. 282, 341 (1955)

- Verletzungen der großen Körperhöhlen
Wien. Med. Wschr. 113, 91 (1963)

STAPENHORST, K.: Thoraxverletzungen am Unfallort
Landarzt 39, 629-630 (1963)

STREICHER, H.-J.: Die Versorgung der traumatischen Bronchusruptur
chir. prax. 6, 391-399 (1962)

- Erstversorgung bei schweren Thoraxverletzungen
Hefte zur Unfallheilk. 78, 200-202 (1963)

STRELL, R. und RUPP, G.: Der Rippenbruchgürtel zur Behandlung von Rippenbrüchen
tägl. prax. 4, 131-133 (1963)

SZANTO, Gy., SZEKELY, O. und HEID, J.: Pathophysiologie and Therapy of Major Closed Thoracis Injuries
Acta Chir. Hung. I, 261-274 (1960)

TAUBER, K.: Die Verletzungen des Ductus thoracicus (Chylothorax)
Lang. Arch. klin. Chir. 284, 177 (1956)

TISCHER, W.: Verletzungen bei Kindern nach Sturz aus großer Höhe
Mschr. f. Unfallheilk. 67, 343 (1964)

VILLIGER, K.J.: Lungen- und Pleuraverletzungen
Schweiz. Med. Wschr. 90, 1138 (1960)

WASSNER, U.J.: Fragen der Begutachtung und der Erwerbsunfähigkeit nach Lungen- und Brustkorbverletzungen
Unfallchir. Tagung Mainz 19./20.5.1962

WEBER, W.: Der akute offene Thorax im Frieden
Lang. Arch. klin. Chir. 284, 170 (1956)

- Die Verletzungen des Mediastinums
Lang. Arch. klin. Chir. 287, 192-195 (1957)

- Die Verletzungen des Mediastinums
Lang. Arch. klin. Chir. 293, 167-224 (1959)

WENZEL, M.: Intrathorakale Trachealruptur
Lang. Arch. klin. Chir. 284, 186 (1956)

YASARGIL, E.C.: Thoraxverletzungen. Zur Frage der notfallmäßigen Thorakotomie bei "akutem Thorax"
Schweiz. Med. Wschr. 94, 1794-1799 (1964)

ZENKER, R.: Die geschlossenen und offenen Verletzungen der Lunge und des Brustfells
Lang. Arch. klin. Chir. 284, 152-170 (1956)

Am Schluß der Arbeit möchte ich Herrn Professor Dr. med. A. Lob für die Überlassung des Themas, für die Übernahme des Referates und für die freundliche Unterstützung beim Verfassen der Arbeit danken.

Herrn Professor Dr. med. Dr. med. h.c. R. Zenker danke ich für die Übernahme des Korreferates.

Herrn Oberarzt Dr. med. J. Probst danke ich für die Durchsicht der Arbeit und für zahlreiche fachliche und technische Anregungen.

Lebenslauf

Am 30. 12. 1940 wurde ich in Wien als Sohn des Dr. med. Ferdinand Schoen und dessen Ehefrau Ilse, geb. Schmüser, geboren.
Ostern 1959 bestand ich die Reifeprüfung am Goethe-Gymnasium in Karslruhe.

Mit dem Studium der Medizin begann ich im Sommersemester 1959 an der Universität Tübingen, wo ich nach dem Sommersemester 1961 die ärztliche Vorprüfung ablegte. Je ein klinisches Semester verbrachte ich in Tübingen und Wien. Im Winter-Semester 1962/63 setzte ich das Studium an der Universität München fort und bestand hier im Juli 1965 die ärztliche Staatsprüfung. Während des klinischen Studiums famulierte ich an der I. Chir. Univ. Klinik Wien, am Hopital Central Nancy und an der I. Med. Klinik des Städt. Krankenhauses Karlsruhe.
Seit 8. Juni 1966 bin ich mit Ingeborg Schoen, geb. Gehring, verheiratet.
Als Medizinalassistent war ich bisher 6 Monate am Pathologischen Institut der Stadt Nürnberg (Prof. Dr. Pließ) und 6 Monate am Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Murnau (Prof. Dr. A. Lob). Derzeit bin ich als Medizinalassistent in der Anaesthesieabteilung der Chir. Univ. Poliklinik München (Prof. Dr. F. Holle).